

## NUEVA HIPOTESIS PALEOGEOGRAFICA SOBRE EL CRETACICO SURPIRENAICO

POR  
A. G. MEGÍAS \*

### RESUMEN

Una nueva hipótesis sobre la dirección y sentido del desplazamiento de las principales unidades tectónicas de la vertiente meridional pirenaica obliga a reconsiderar la disposición primitiva de las cuencas mesozoicas, resultando en consecuencia una paleogeografía para el Cretácico surpirenaico significativamente diferente de la que es comunmente admitida en la actualidad.

### ABSTRACT

A new hypothesis on the direction of the displacement occurred in the main structures units of the southern flank of the Pyrenees obliges to reconsider the previous disposition of the mesozic basins, this conducting to a paleogeography for the subpyrenean Cretaceous significantly different from the generally admitted at present time.

### INTRODUCCION

Las primeras referencias sobre la existencia de materiales cretácicos en el Pirineo datan del siglo pasado (DE VERNEUIL y COLOMB, 1852; LEYMERIE, 1868; VIDAL, 1875; CAREZ, 1882, etc.). Pero es DALLONI (1910 a 1930) y la escuela alemana (SCHMIDT, 1931; AS-

\* Dirección de Exploración, ENIEPSA. Pez Volador, 2. MADRID-30.

HAUER, 1934; SELZER, 1934, y MISCH, 1934) los que establecen con cierta precisión las bases de una primera estratigrafía del Cretácico de la vertiente meridional pirenaica.

A partir de 1960 con la utilización sistemática de las técnicas micropaleontológicas, de microfacies y sedimentológicas, podemos decir que se inicia la entrada en una estratigrafía mucho más detallada y precisa. Pertenecen a esta etapa una serie de investigadores (muchos de ellos en relación con la industria petrolera) de entre los que citamos a GREKOFF y col. (1961), GUERIN-DESJARDINS y LATREILLE (1961), BASSOULET (1962), BIOT (1962), ROSSELL (1963), SOUQUET (1967), PAPON (1969), VAN HOORN (1970), MEGIAS Y RIOS (1970), SOLE SUGRAÑES (1971), MEGIAS (1973), etc.

En sentido amplio se puede decir que en la actualidad la estratigrafía del Cretácico surpirenaico está relativamente bien establecida; si bien desde un punto de vista sedimentológico se nota la falta de estudios sistemáticos de conjunto, y en especial de las facies carbonatadas que nos permitan conocer la evolución de los diferentes ambientes deposicionales a escala de la cuenca.

En cuanto a la paleogeografía el problema se complica ya que obviamente en una región como la vertiente surpirenaica, donde las unidades tectónicas han experimentado translaciones importantes, todo intento de reconstrucción paleogeográfica debe introducir un parámetro corrector, en función de la magnitud y el sentido de los desplazamientos de las diferentes unidades, con objeto de situarlas en su posición primitiva. Históricamente ya desde principios de siglo aparecen las primeras ideas sobre la existencia de desplazamientos notables, BRESSON (1902) introduce el «manto de Gavarnie», DALLONI (1913) el «manto de las Nogueras», JACOB y FALLOT (1914) consideran que los materiales mesozoicos están corridos hacia el N para formar el «manto del Montsec», idea que es posteriormente abandonada. Con la escuela alemana se inicia una nueva etapa investigadora, destacando de manera especial la interpretación netamente autoctonista de MISCH (1934). Este autor admite una vergencia generalizada hacia el S y para explicar la geometría compleja de ciertas unidades (v. g.: macizos del Cotiella y de las Nogueras) introduce el concepto de «doble vergencia» o estructuras en abanico, que por ruptura de sus raíces se presentan como alóctonas. El macizo de Pedraforca es autóctono para GUERIN-DESJARDINS y LATREILLE (1961), siendo interpretado por estos autores como una estructura de doble vergencia (hacia el N y S, respectivamente), al igual que ya fue sostenido por ASHAUER en 1934. SOUQUET (1967) considera que, en la zona central de la vertiente surpirenaica, los movimientos mayores, a nivel de zócalo, están dirigidos hacia el N,

al mismo tiempo que admite simples cabalgamientos hacia el S a nivel epidérmico.

Entre 1964-1970 el equipo de MONTPELLIER restaura de nuevo la vergencia generalizada hacia el S y de manera especial SEGURET (1970), el cual en su tesis doctoral establece que toda la serie mesozoica surpirenaica está despegada y corrida hacia el S, habiendo experimentado importantes desplazamientos que, en algunas zonas, pueden haber alcanzado hasta los 50 km. El frente más meridional de las unidades corridas estaría representado por las actuales Sierras Exteriores aragonesas y catalanas. La unidad de Pedroforca sería igualmente alóctona y su posición originaria estaría situada al N de la Sierra de Cadi. Esta interpretación, aunque admitida en sentido amplio, es matizada por SOLER y MEGIAS (1979) y MEGIAS (1973) por lo que respecta a la edad de los desplazamientos de ciertas unidades, así como el intervalo de tiempo geológico invertido durante su translación.

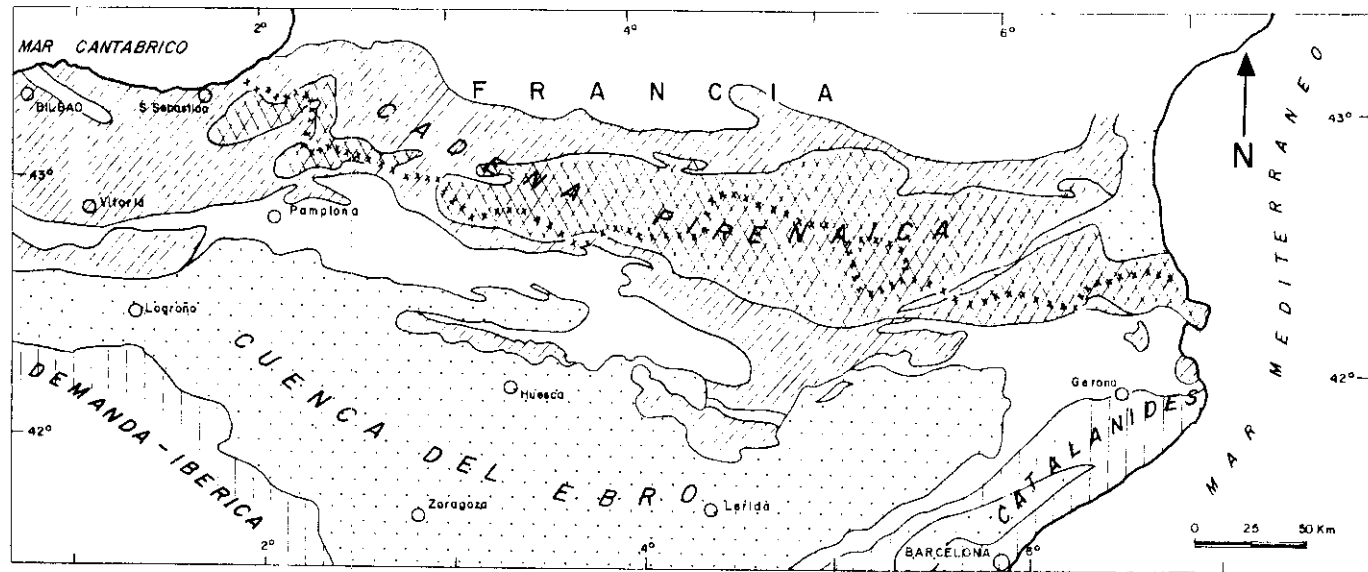
En líneas generales, la interpretación aloctonista de SEGURET (translación generalizada hacia el S), desde su emisión (1970) hasta la actualidad, ha sido tenida en cuenta por la mayoría de las reconstrucciones paleogeográficas elaboradas en la vertiente surpirenaica.

Estudios de detalle llevados a cabo en los últimos años sobre las relaciones geométricas entre determinadas unidades tectónicas (MEGIAS y POSADAS, 1981, en prensa), así como la utilización del análisis tectosedimentario (MEGIAS, 1982) aplicado a los sedimentos sinorogénicos, han permitido elaborar una nueva hipótesis tectónica (MEGIAS, en preparación) sobre la vertiente meridional pirenaica. En esta interpretación, básicamente diferente de todas las anteriores, se modifica de manera notable la dirección y sentido de desplazamiento de las unidades tectónicas, y en consecuencia la paleogeográfica del Cretácico surpirenaico, objetivo directo de esta comunicación, queda apreciablemente afectada.

## NUEVA INTERPRETACION TECTONICA

Desde la década de los setenta (SEGURET, 1970; MEGIAS, 1973) el esquema estructural más aceptado para la vertiente surpirenaica admite una translación generalizada, de las diferentes unidades tectónicas, hacia el S. Así, por ejemplo, la cuenca de Tresp se habría trasladado un mínimo de 50 km hacia el S o SSW, lo cual nos obliga a ubicar la primitiva posición de la citada cuenca sobre el actual afloramiento paleozoico de la llamada zona axial.

Con la nueva hipótesis tectónica (MEGIAS, en preparación) el esquema estructural es modificado notablemente. La nueva inter-



## MAPA GEOLOGICO GENERAL

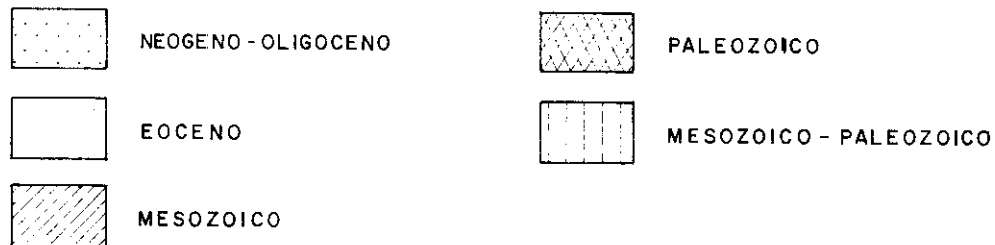


FIG. 1

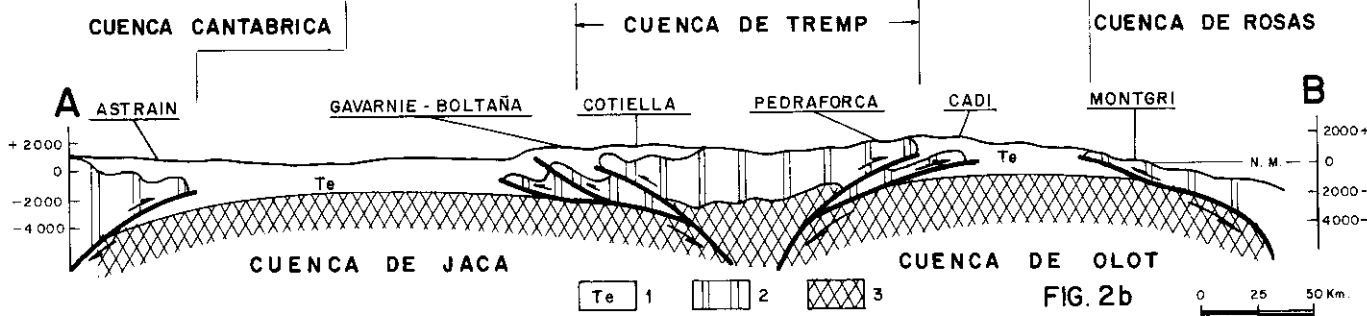
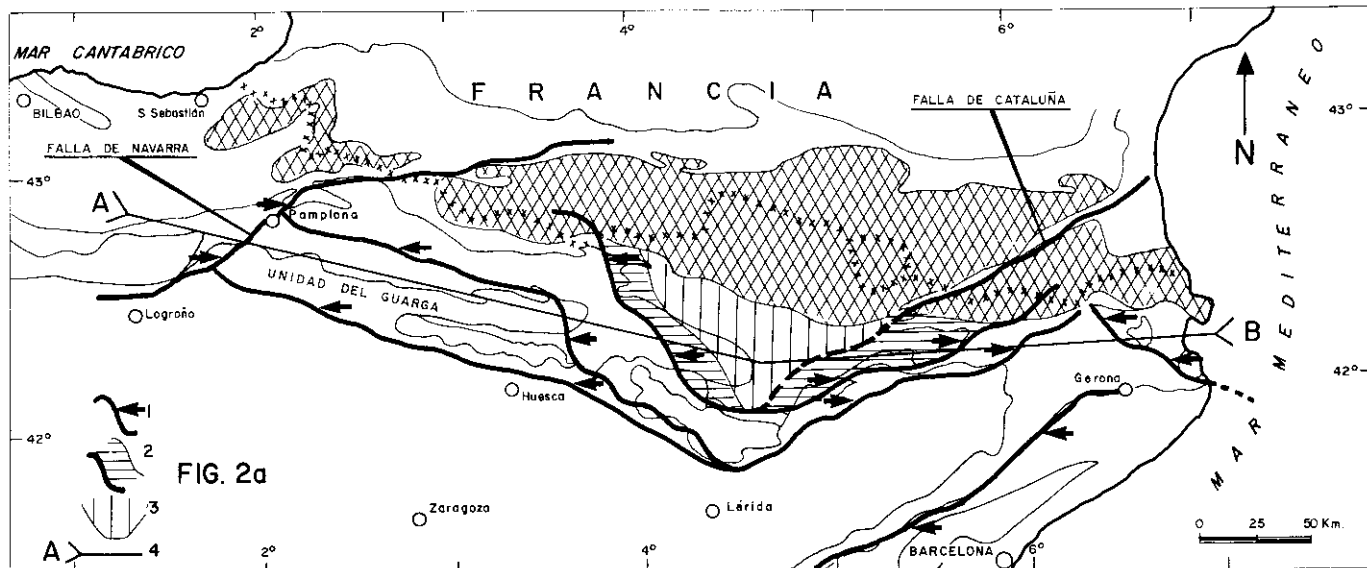


FIG. 2.—a) Esquema estructural de la fase pirenaica eocena: 1) Frente de unidad tectónica y sentido de desplazamiento.—2) Zona de recubrimiento anormal.—3) Zona autóctona a paraúctona.—4) Corte geológico.—b) Corte geológico E-W de la vertiente meridional pirenaica: 1) Terciario inferior indiferenciado (Eo-Oligoceno  $\pm$  Cretácico residual).—2) Mesozoico indiferenciado.—3) Paleozoico  $\pm$  Triásico inferior.

pretación considera que los efectos de la orogénesis pirenaica (Eoceno-Oligoceno) sobre la vertiente surpirenaica, son el resultado de la superposición de dos fases tectónicas de características bien diferentes. En la primera fase se producen translaciones y superposiciones anormales según una dirección de movimiento E-W, mientras que la segunda fase, que deforma a la anterior, tiene una dirección de movimiento NW-SE. La estructura resultante de la interferencia de estas dos fases nos daría el esquema estructural, prácticamente, tal como hoy lo observamos.

#### A) *Primera fase: características y evolución*

La primera fase, cuya actuación se desarrolla durante la mayor parte del Eoceno, se caracteriza por una dirección de movimiento E-W (dirección transformante) y por un sentido divergente de las macroestructuras originadas (unidades tectónicas). Esta doble vergencia se realiza desde las zonas de máximos espesores (cuencas mesozoicas) hacia los altos relativos (cuencas terciarias). Durante esta fase tienen lugar las mayores translaciones y superposiciones anormales, que dada su envergadura pueden adquirir la categoría de mantos de corrimiento (v. g.: mantos del Cotiella, Pedraforca, Gavarnie, etc.). Las unidades de una y otra vergencia (fig. 2 b) no son necesariamente sincrónicas, así la colocación de la unidad de Pedraforca (homóloga de la del Cotiella, pero de vergencia opuesta) es ligeramente posterior (Eoceno medio bajo) a la colocación de la unidad de Cotiella (Eoceno inferior alto). De manera similar las unidades de igual vergencia (fig. 2 b) presentan un diacronismo marcado, en el sentido de ser progresivamente más modernas las unidades más inferiores. En efecto, la colocación de la unidad de Cotiella (estructuralmente la más alta) sucede en el Eoceno inferior, seguida de la unidad de Gavarnie-Boltaña (en posición intermedia) en el Eoceno medio, y finalmente la unidad del Guarga (la más baja estructuralmente) en el Eoceno superior (Fig. 2 a).

Por otro lado, las estructuras menores (kilométricas, hectométricas, etc.) contenidas en una determinada unidad, presentan la misma vergencia que la unidad a la que pertenecen. Uno de los ejemplos más demostrativos lo constituyen los anticlinales N-S de Mediano y Boltaña (vergenza hacia el W) pertenecientes a la unidad de Gavarnie-Boltaña, e igual interpretación tienen los anticlinales de Arguis y Rasal, en las sierras exteriores aragonesas (unidad del Guarga). Estructuras semejantes, pero de vergencia hacia el E, se presentan al E del Segre (v. g.: anticlinales de Oliana, Cardona, Suria).

## B) Segunda fase: características y evolución

Con la segunda fase la dirección de movimiento pasa bruscamente a ser NW-SE (dirección transformante) y el sentido, de carácter unidireccional en toda la vertiente surpirenaica, se manifiesta por una vergencia generalizada hacia el S o SE.

Esta segunda fase, cuyo desarrollo coincide básicamente con el Oligoceno, ha originado una importante deformación que sería la responsable, en gran medida, del enmascaramiento de las estructuras de la primera fase. En sentido amplio, las estructuras E-W corresponde a esta fase (v. g.: anticlinales y sinclinales del sinclinorio del Guarga). De manera específica pertenecería a esta fase la verticalización del borde meridional de zona axial (v. g.: Sierra de Cadi, «têtes plongeantes» de las Nogueras y del Fresser, etc.), replegamiento del borde meridional del manto de Pedraforca, la espectacular discordancia progresiva de Sant Lorenzo de Morunys, removilización y replegamiento del borde meridional de las Sierras exteriores, en su contacto con el valle del Ebro. De igual manera la geometría en antifirma dibujada por la superficie basal del manto de Gavarnie debe tener su origen en esta segunda deformación.

## CONSECUENCIAS PALEOGEOGRAFICAS

Entre las consecuencias más importantes que se derivan de esta interpretación tectónica está la de su incidencia en la paleogeografía de las cuencas mesozoicas.

En primer lugar se puede establecer una nueva disposición relativa de las cuencas mesozoicas y terciarias surpirenaicas. En este sentido existiría una cuenca mesozoica central (Cuenca de Tremp) encajada entre dos altos relativos (cuencas terciarias  $\pm$  Cretácico superior residual de plataforma) que la separan hacia el E y W, respectivamente, de las cuencas mesozoicas de Rosas y Cantábrica (figuras 2 a y 2 b).

En segundo lugar se puede hablar de una autoctonía a paraautoctonía de las cuencas mesozoicas y en concreto refiriéndonos a la cuenca de Tremp los recubrimientos anormales se limitan a dos bandas situadas en sus bordes oriental (unidad de Pedraforca) y occidental (unidad de Cotiella), mientras que la zona central de la cuenca tendría un carácter autóctono (Figs. 2 a y 2 b). En definitiva el esquema resultante que se observa es como si las cuencas mesozoicas hubieran permanecido relativamente estáticas y los altos relativos se hubieran introducido bajo los bordes de las mismas.

En tercer lugar hay que destacar la presencia de ciertos accidentes de dirección NE-SW, de gran importancia paleogeográfica (y tectónica), oblicuos a las actuales directrices pirenaicas. Nos referimos concretamente a las llamadas falla de Cataluña (o del Segre) y falla de Navarra (o de Bigorre). Ambos accidentes que sólo afloran actualmente a nivel de paleozoico representarían en su origen (antes de la orogénesis) los bordes orientales de la cuenca de Tremp y cuenca Cantábrica, respectivamente. Otro punto a destacar, en relación con estos accidentes es la importante acumulación de sedimentos del Cretácico inferior (aproximación de las isópacas) en las proximidades de los mismos, hecho que nos induce a considerar que durante gran parte del mismo las cuencas de Tremp y Cantábrica estarían en comunicación con las cuencas de la vertiente norpirenaica, al menos, a través de dos surcos (más o menos amplios) que cortarían oblicuamente la llamada zona axial pirenaica.

En cuanto al Cretácico superior, y de manera especial a partir del Senoniense superior, la paleogeografía se modifica sustancialmente, las directrices se acomodan, en líneas generales, a la dirección NW-SE. Las direcciones de corriente de los surcos turbidíticos apuntan hacia el Cantábrico y concretamente el surco senoniense de la cuenca de Tremp, cortado por el cabalgamiento frontal del manto de Cotiella, tendría su posible continuación en el surco senoniense del sinclinorio de Bilbao, previa retrotectogénesis de las translaciones de la primera fase.

## CONCLUSIONES

La importancia de la nueva hipótesis tectónica radica básicamente en los efectos producidos por la primera fase, los cuales se pueden sintetizar en una dirección de desplazamiento E-W, de las unidades tectónicas, al mismo tiempo su sentido es divergente o centrífugo, es decir, desde las cuencas mesozoicas hacia las terciarias. La consecuencia inmediata que se deriva es el carácter autóctono (a para-autóctono) de las cuencas mesozoicas (Cantábrica y Rosas) y de manera especial la Cuenca de Tremp que es la que había sido más afectada por la teoría aloctonista (SEGURET, *op. cit.*).

Por otro lado, la interpretación tectónica propuesta resuelve de manera simple y simultánea una serie de problemas y hechos «anómalos» que la vertiente surpirenaica tenía planteados y a los que las anteriores teorías habían dado soluciones de compromiso, más o menos artificiosas. Entre los hechos que pueden ser destacados citamos los siguientes:



- Las superficies mecánicas basales de los mantos de Cotiella y Pedraforca, a medida que se enraizan hacia el E y W, respectivamente, cortan en bisel a los autóctonos relativos. La geometría de estos biseles es perfectamente compatible con el modelo propuesto de doble vergencia hacia el E y W.
- La geometría de las superficies de recubrimiento anormal son igualmente coherentes con la dirección de desplazamiento E-W.
- La vergencia de las estructuras menores (anticlinales y sinclinales) están en perfecta armonía con la vergencia del cabalgamiento frontal de la unidad tectónica a que pertenecen.
- Las llamadas estructuras anómalas (v. g.: anticlinales de Boltaña, Mediano, Arguis, Oliana, etc.) poseen tanto la geometría como la vergencia que les corresponde con respecto a la unidad que las contiene.
- La compleja paleogeografía del Eoceno surpirenaico puede a partir de ahora abordarse más fácilmente. Según el modelo propuesto, la progresiva incomunicación entre la cuenca de Olot y las de Ainsa-Jaca quedaría explicada.
- La enigmática posición de los afloramientos mesozoicos de Montgri-Figueras, así como la presencia de Eoceno a 4.500 m de profundidad bajo una potente serie mesozoica (sondeo de Astrain) a 5 km al WSW de Pamplona, queda fácilmente explicado por una translación moderada E-W de los bordes de las cuencas mesozoicas de Rosas y Cantábrica sobre las cuencas terciarias respectivas.
- Otro hecho destacable es la importancia paleogeográfica que los paleoaccidentes o fallas de Cataluña y Navarra, de dirección transversa (NE-SW) a la actual directriz pirenaica, han jugado durante la sedimentación cretácica y especialmente del Cretácico inferior.

Por último, y a manera de conclusión general, queremos destacar la notable incidencia que puede llegar a tener en las reconstrucciones paleogeográficas la interpretación tectónica utilizada, y de manera especial el conocimiento que tengamos sobre la dirección, sentido y magnitud de los desplazamientos de las unidades.

## BIBLIOGRAFIA

- BIOT, J. (1962): Etude micropaleontologique et stratigraphique de l'anticlinal de Mediano. *Thèse Doc. 3ème cycle. Paris*, 2 vols., 147 pp., 5 figs., 25 pl. ht, carte dpl ht.
- BRESSON, A. (1902): La nappe de recouvrement des environs de Gavarnie et de Gèdre. Comparaisons des bassins crétacés d'Eaux Chaudes, de Gèdre et de Gavarnic. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXIV, pp. 63-66.
- CAREZ, L. (1882): Etude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. Thèse, Univ. Paris, vol. 323, 327 pp., pl. et cartes.
- DALLONI, M. (1910): Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, t. XIX, 444 pp., 56 figs., 4 pl., 1 mapa.
- (1913): Stratigraphie et tectonique de la région des Nogueras (Pyrénées centrales). *Bull. soc. Geol. Fr.* (4), XII, pp. 243-263.
- (1914): Sur la tectonique des Pyrénées catalanes et la prétendue nappe du Montsec. *C. R. Ac. Sc.*, t. CL, p. 1724.
- (1930): Etude géologique des Pyrénées catalanes. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, t. XXVI, 373 pp., 65 figs., 14 pl., 1 mapa a 1 : 40.000.
- DE VERNEUIL y COLLOMB, E. (1852): Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (2), X, p. 61.
- GREKOFF, N.; GUERIN-DESJARDINS, B., y LATREILLE, M. (1961): Présence de niveaux marins du Néocomien et probablement du Malm dans les Pyrénées de Lérida. *C. R. Ac. Sc.*, t. 252, n.º 15, pp. 2262-2264, 1 fig.
- GUERIN-DESJARDINS, B., y LATREILLE, M. (1961): Etude géologique de niveaux marins du Neocomien et probablement du Malm dans les Pyrénées espagnoles entre les rios Segre et Llobregat (Lérida-Barcelona). *Rev. IFP*, t. 16, n.º 9, pp. 922-940.
- JACOB, Ch., y FALLOT, P. (1914): La nappe de charriage du Montsec en Catalogne. *C. R. Ac. Sc.*, t. CL, pp. 1222-1224.
- MEGÍAS, A. G. (1973): Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica, en su zona central. *Tesis doctoral*, Universidad de Granada.
- (1982): Introducción al análisis tectosedimentario: Aplicación al estudio dinámico de cuencas. *5.º Cong. Latino Americano*, Buenos Aires, 12 pp., 8 figs.
- (en preparación): Nueva interpretación tectónica de la vertiente meridional pirenaica.
- MEGÍAS, A. G., y POSADAS, M. (1981): Relaciones geométricas entre el Eoceno marino y series continentales de la región de Sant Llorens de Morunys (Pirineo Oriental, España). *Estudios Geológicos* (en prensa).
- (1981): Precisiones sobre la colocación del manto de Pedraforca (Pirineo Oriental, España). *Estudios Geológicos* (en prensa).
- MEGÍAS, A. G., y RÍOS, L. M. (1972): Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los Ríos Cinca y Segre. Pirineo Central de la vertiente

- surpirenaica (prov. Huesca-Lérida). *Bol. Geol. y Min.*, t. LXXXIII, I año, pp. 324-345.
- MISCH, P. (1934): Der bau der mittleren sübpyrenäen. *Abh. der Ges Wiss zu Göttinger, math-phys.* III. F. H., 12, 168, p. 51 abh, taf, 6, Berlín (publicado en: *Pub. extr. sobre Geol. de Esp.*, vol. 14, 178 pp., 51 figs., 6 pl., 1 map., Madrid, 1948).
- PAPÓN, J. P. (1969): Etude de la zone sub-pyrénéenne dans le massif du Turbon (Huesca). *Thèse Faculté des Sciences Univ. de Toulouse.*
- ROSELL, J. (1963): Estudio geológico del sector del Pirineo comprendido entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana (prov. de Lérida). *Tesis doctoral Universidad de Barcelona.* Publicada en *Pirineos*, n.º 75-78, f. 9-214, 1967.
- SCHMIDT, H. (1931): Das paläozoikum der spanischen Pyrenäen. *Abh Ges Wiss Göttingen. Math-Phys.* Kl. N. F., 12 (3), Berlín.
- SEGURET, M. (1970): Etude tectonique des nappes et séries decollés de la partie Centrale du versant sud des Pyrénées. *Thèse Fac. Sc. de Montpellier.*
- SELZER, G. (1934): Geologie der sübpyrenäis Sierrren in Oberaragonien. *Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Paleontologie und Geologie.* Beil-Bd 71, B, pp. 370-406, 19 figs., 4 pl. dont une carte a 1 : 350.000 (*Publicaciones extranjerias sobre geología de España*, t. IV, 1948).
- SOLÉ SUGRAÑES, L. (1971): Estudio geológico del prepirineo español entre los Ríos Segre y Llobregat (resumen). *Acta Geol. Hisp.*, año VI, n.º 1, pp. 8-12, Baarcelona.
- SOLER, M., y MEGÍAS, A. G. (1970): La terminación occidental del manto del Cotiella. *Pirineos*, 98, pp. 5-12- Jaca.
- SOUQUET, P. (1967): Le Crétacé supérieur Sub-pyrénéen en Catalogne, Aragón et Navarre. *Thèse Fac. Sc. Tolouse.*
- VAN HOORN, B. (1970): Sedimentology and Paleogeography of an Upper Cretaceous turbidite basin in the South-central Pyrennés, *Leids Geologische Medelingen*, vol. 45, pp. 73-154.