

Algunos aspectos de la tectónica del Prepirineo Oriental entre los ríos Segre y Llobregat

por LUIS SOLÉ SUGRAÑES (*)

RESUMEN

En el presente trabajo se esquematizan algunos aspectos de la tectónica del Prepirineo oriental, concretamente del sector comprendido entre los ríos Segre y Llobregat. La tectónica de este sector puede explicarse en tres fases principales. Fase cuiasiense en la que se forma el manto del Montsec, fase intraluteciense en la que se forma el manto del Pedraforca con pliegues NE-SW, y fase pirenaica o finipaleógena en que se forman pliegues E-W con acusada vergencia al S y que afectan la molasa eocénica.

SUMMARY

Some features on Alpine tectonic of the Spanish Eastern Pyrenees are described. The formation of three tectonic nappes of Paleozoic and Mesozoic rocks, gliding to South, is the most important feature of the Spanish Pyrenees tectonic. There are three main tectonic phases. The first one is a Cuisian age phase which made the Montsec nappe. The second one is a Lutetian age phase which made the Pedraforca nappe with NE-SW concentric folds. Pedraforca nappe is at the East side of Montsec nappe and it is separated from this by a right strike slip fault. The third one is an Oligocene age phase; it built a E-W fold system, with some upthrusts towards the South, and fracture cleavage in the Eocene and Garumnian marls. Some folds of this system upthrust the upper Eocene Conglomerates.

En el presente trabajo se presentan algunos aspectos de los problemas tectónicos que afectan al sector de Prepirineo español comprendido entre los ríos Segre y Llobregat, el cual fue objeto de un detallado estudio en ocasión de mi tesis doctoral (SOLÉ SUGRAÑES 1971). Desde el punto de vista tectónico este sector del Prepirineo oriental presenta el gran interés de haber sido el campo sobre el que se han debatido las principales teorías sobre la tectónica alpina del Pirineo. Así, sobre este sector se intentaron demostrar las hipótesis aloctonistas de JACOB, FALLOT, ASTRE y CIRY (1926) que introdujeron el concepto del "manto del Pedraforca" considerándolo como una

unidad alóctona desplazada de Sur a Norte. Pocos años después, los geólogos alemanes de la escuela de Stille, ASHAUER y TECHMÜLLER (1934 y 1935) propusieron la total autoctonía del Prepirineo, con pliegues vergentes al N y pliegues vergentes al S; hipótesis, que hasta recientemente ha sido aceptada por los distintos autores que se han ocupado de la tectónica de este sector (LLOPIS LLADÓ, 1952; BIROT, 1936; ALMELA y RÍOS, 1943; GUERIN-DESJARDINS y LATREILLE, 1961), aunque estos últimos autores, que son los primeros que establecen un verdadero mapa geológico (escala 1:100.000) de todo el sector, admiten la existencia de pequeñas unidades corridas de S a N (Montsec de Tost, Pedraforca). Sin embargo las observaciones sobre las que se basan estas hipótesis son puestas en tela de juicio, a partir de 1965, por los geólogos de Montpellier, quienes, sobre todo en la tesis presentada en 1970 por M. Seguret, defienden la teoría de que la mayor parte del Prepirineo está formada por una serie de mantos de corrimiento deslizados de N a S y en parte superpuestos en distintas fases tectónicas. Estas mismas ideas son compartidas y reafirmadas para el Prepirineo central por diversos geólogos españoles, quienes en los últimos tres años han perfilado diversos de los puntos expuestos en la tesis doctoral de Seguret. Entre ellos cabe destacar los trabajos de M. SOLER y GARRIDO (1970), GARRIDO y RÍOS (1972) y GARRIDO (1972). Con estos trabajos ha vuelto a tomar entidad la llamada unidad del manto del Pedraforca, pero siendo ahora considerada como una unidad deslizada de N a S, que SEGURET considera como la prolongación de la Unidad Sudpirenaica Central y GARRIDO (1972) como la prolongación oriental de lo que él denomina el manto del Montsec.

En el estado actual de nuestros conocimientos sobre la geología del Prepirineo central y oriental estas últimas hipótesis parece que son las que mejor explican la tectónica de este sector, aunque siguen existiendo numerosos hechos no aclarados, importantes divergencias sobre la edad de los movimientos de des-

(*) Departamento de Geomorfología y tectónica de la Universidad de Barcelona.

lizamiento y sobre las unidades que se han movido independientemente. En el presente trabajo intentan perfilarse algunos de estos puntos para el sector comprendido entre los ríos Segre y Llobregat (provincias de Barcelona y Lérida).

Los aspectos estratigráficos de este sector se han tratado ya con cierto detalle en anteriores publicaciones (SOLÉ SUGRAÑES y MASCAREÑAS, 1970; SOLÉ SUGRAÑES 1971, 1972, 1973; SOLÉ SUGRAÑES, M. GICH y otros 1971) por lo que no se tratarán en la presente nota.

PRINCIPALES UNIDADES

En el sector estudiado pueden diferenciarse varias unidades de distinta significación tectónica y paleogeográfica. Las más importantes son:

— *El autóctono de las sierras del Cadí y Port de Comte*, formado por una base permotriásica, que sólo aflora en el Cadí; calizas del Muschelkalk y yesos del Keuper que la erosión presenonense ha ido eliminando progresivamente en los sectores más orientales; un cretácico superior formado por un máximo de un centenar de metros de conglomerados, areniscas y calizas arenosas del Campaniense y Maestrichtiense que se acuña hacia el E, hasta desaparecer a la altura de la Poble de Lillet; un garumniense formado por algo más de 200 m de arcillas, limos y areniscas rojas, con intercalaciones calcáreo dolomíticas en la parte superior en el extremo más oriental de la sierra del Cadí y una intercalación calcárea lacustre, de poco espesor, en la parte central (calizas de Vallcebre), sólo presente en la sierra de Port de Comte y sector occidental del Cadí. Por último, el conjunto más importante de esta unidad lo constituyen los materiales del Paleoceno y Eoceno inferior (Ilerdiense y Cuisiense) formados en su mayor parte por las Calizas de Alveolinas, que en la sierra de Port de Comte pueden llegar a alcanzar un espesor de 1.500 m, sin interrupción desde el Ilerdiense medio hasta el Cuisiense superior (zona de la *Assilina major* y *Alveolina frumentiformis*).

— *El manto del Pedraforca* es la unidad que mayor extensión ocupa en el sector estudiado. Los materiales que forman esta unidad presentan las mismas características que los del *manto del Montsec*, aunque a pesar de pertenecer a una misma cuenca sedimentaria, los materiales del manto del Pedraforca reflejan caracteres más proximales, que se acusan hacia el Este. La base visible de estos materiales está formada por las arcillas yesíferas del Keuper, que sirvieron de nivel de despegue para los grandes corrimientos.

Sobre el Keuper se hallan unos 100 m de calizas atribuidas al Rhetiense (calizas de Falgars), unos 60 m de margas y calizas fosilíferas, que abarcan desde

el Plensbachiense hasta el Bajociense, y un conjunto de casi 100 m de dolomías, que abarcan hasta el Oxfordiense inferior. Conjunto que constituye el primer ciclo sedimentario marino de esta unidad.

Sólo en el sector occidental, sobre el ciclo sedimentario Jurásico, se hallan niveles calcáreos pertenecientes al Jurásico superior (entre los que son de señalar la presencia de brechas Kimmeridgienses) y al Cretácico inferior (Neocomiense, Barremiense y Aptiense) y margas albienses. Este conjunto presenta su máximo espesor en el valle del Segre, donde la formación calcárea (calizas de Prades) supera los 2.000 m de espesor y las margas de Lluça, de edad albiense en su mayoría, alcanzan los 960 m de espesor. Estos espesores se reducen rápidamente hacia el Sur de Organyà y hacia el Este.

Un tercer ciclo sedimentario, que abarca mayor extensión en el área estudiada, ya que llega hasta el Llobregat, es el correspondiente al cretácico superior.

Éste, en el sector occidental, se halla representado por las calizas con Prealveolinas, de Santa Fe, que yacen discordantemente sobre el Cretácico inferior y que comprenden el Cenomanense superior y posiblemente el Coniaciense y Turonense.

Sobre el resto del manto del Pedraforca la transgresión del cretácico superior se inicia en el Santoniense, el cual yace directamente sobre el Jurásico, excepto al Este del Llobregat o en el sector de Rasos de Peguera, en que la sedimentación no se inicia hasta el Campaniense ya sea sobre el Jurásico plegado o directamente sobre el Keuper.

En el sector occidental (valle de Alinyà y sierra de Turb) y en el extremo septentrional (sector de Gisclareny y valle del Saldes) el Santoniense y Campaniense inferior están representados por calizas, con Lacazinas y Rudístidos (Calizas de Alinyà) que pueden alcanzar hasta 600 m de espesor. Sobre estas calizas el Maestrichtiense se halla representado por una secuencia rítmica formada por la alternancia de margas negruzcas con glauconita y calizas nodulosas en finos bancos, que pueden contener *Ostreas* y alguna intercalación más importante calcáreo arenosa con abundantes restos de *gasterópodos* y *lamelibranquios* y *Orbitoides*. Esta formación predominantemente margosa (margas de Perles) puede tener hasta unos 2.000 m de espesor.

En los sectores más orientales y meridionales el Cretácico superior se halla representado por calizas arenosas, con abundante fauna de Rudístidos, Equínidos y Moluscos que en la sierra de Ensiya puede tener más de 700 m y que se reduce a menos de 300 m en el valle del Llobregat.

Termina este ciclo sedimentario con un episodio continental representado por las margas, areniscas, y calizas lacustres de la formación Garumniense, en cuya base pueden existir niveles lignitíferos explotables (Saldes, Vallcebre), de edad Maestrichtiense.

En algunos sectores, como en la Nou o en l'Alzina, sobre el Gerumniense se hallan restos del ciclo sedimentario Eoceno inferior, formado por margas y calizas de Alveolinas, pero con facies más proximales que en la sierra del Cadí (margas con flora del Eoceno inferior en La Nou).

En diversos sectores los materiales del manto del Pedraforca se hallan fosilizados por conglomerados del Eoceno superior y Oligoceno, relacionables con los conglomerados de Berga, que ocupan el borde septentrional de la Depresión del Ebro en este sector.

— Unidad de los Nogueras

Al Este del Segre, sólo se halla la apófisis terminal de esta unidad, el Montsec de Tost, formada por calizas y calcosquistos devónicos y cuya estratigrafía y tectónica fue objeto de un detallado estudio en SOLÉ SUGRAÑES y SANTANACH (1970).

— Depresión del Ebro

Esta unidad constituye el límite S del sector estudiado, y en su margen septentrional sólo afloran materiales pertenecientes al Eoceno superior, Oligoceno y probable Mioceno.

Tal como han demostrado algunos sondeos profundos para investigaciones petrolíferas, emplazados cerca del sector estudiado (Puigreig) sobre el zócalo paleozoico (localizado por sismica de reflexión) se halla una serie eocénica muy semejante a la del Cadí o Port de Comte, que pierde espesor hacia el Sur.

En el valle del Cardener, discordantemente sobre el Eoceno medio, se encuentran niveles marinos (margas de Sant Llorenç) de edad Biarritziense y probable Priaboniense inferior (SOLÉ SUGRAÑES, 1972; SOLÉ SUGRAÑES y E. CLAVELL, 1973) que hacia el E pasan lateralmente en los niveles basales de los conglomerados de Berga (Tramo de Transición, RIBA, 1967). Sobre estos niveles se hallan más de 1.000 m de espesor de conglomerados rojos (Conglomerados de Berga, SOLÉ SUGRAÑES, 1971) en los que pueden distinguirse tres miembros principales separados por sendas discordancias progresivas: Conglomerados de Bastets, conglomerados de Lord y conglomerados de Busa. Estas discordancias, tanto en su aspecto geométrico y genético como en el de su edad, han sido detalladamente estudiados por RIBA (1967 y 1973).

Recubriendo los materiales intensamente plegados del manto del Pedraforca, se hallan algunas masas de conglomerados en todo asimilables a los de Berga y en los que es posible encontrar algunas importantes discordancias angulares y progresivas correlacionables con las de la masa principal de conglomerados de Bastets.

EDAD DE LAS FASES TECTÓNICAS

A parte de las numerosas discontinuidades sedimentarias que presenta todo el Mesozoico y que son

un buen indicativo de la gran movilidad de la cuenca sedimentaria (GARRIDO y RÍOS, 1972), la actividad tectónica responsable de la formación del Prepirineo puede descomponerse en tres fases principales que tienen lugar durante el Paleógeno.

Fase cuiense

La primera fase, que tiene lugar durante el Ilerdiense superior y cuiense inferior y medio, es la responsable de la formación del manto del Cotiella, tal como lo demuestran los sedimentos marinos que fosilizan el frente de este manto y que contienen fauna Cuiense.

En el sector estudiado, esta fase, muy importante en el Prepirineo central, sólo se traduce por una cierta discontinuidad en la sedimentación marina del Eoceno, correspondiendo el Ilerdiense superior y el

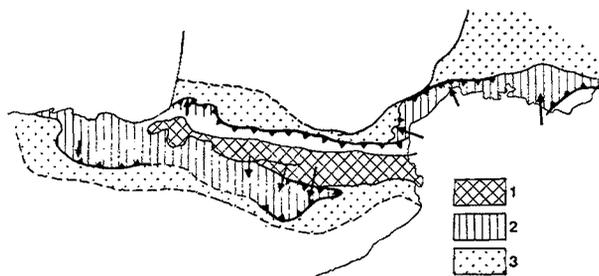


FIG. 1.— Esquema estructural del Pirineo. Según Henry y Mattauer (modificado por Seguret 1970). 1. Paleozoico de la Zona Axial; 2. Zonas corridas o despegadas; 3. Antepaís plegado. Las flechas indican el sentido del movimiento.

Cuiense inferior a una cuña de areniscas y arcillas rojas intercalada entre dos bancos de calizas chert (Miembro Coronas, GICH, 1969) pero sin que se observen verdaderas discordancias. Sin embargo, incluso esta cuña roja, es de ámbito local y sólo se observa en los sectores correspondientes a facies más proximales.

Fase intraluteciense

La primera verdadera discordancia que se encuentra entre los materiales eocénicos corresponde al contacto basal de las margas de Sant Llorenç, y su equivalente lateral hacia el E, el tramo de transición de la base de los conglomerados de Bastets. Estos materiales se hallan fosilizando el frente del manto del Pedraforca (SOLÉ SUGRAÑES 1972) y corresponden al Biarritziense. Por debajo de ellos los materiales más jóvenes que se encuentran son las margas de Vilada, equivalentes a las de Banyolas y cuya edad se sitúa dentro del Luteciense, incluso según trabajos recientes aún no publicados de E. CLAVELL pueden corresponder al Luteciense inferior.

Fase pirenaica (fases finipaleógenas)

Bajo este término se engloban los distintos movimientos que durante el Priaboniense y parte del

Oligoceno fueron responsables de la serie de discordancias que se encuentran en los conglomerados de Bastets.

RIBA (1967, 1973) atribuye una edad stampiense a los conglomerados de Busa, por lo que supone que la discordancia de la base de estos conglomerados debe ser o bien Sanoisiense-Stampiense o bien intrastampiense. La edad de esta discordancia delimita el lapso de tiempo en que se producen los últimos movimientos importantes de la fase Pirenaica, que abarcan desde el Priaboniense hasta la base del Stampiense.

forca no tiene lugar hasta ya avanzado el Luteciense, debe admitirse que existe cierta estructura que permita la individualización de ambas unidades.

Tanto SEGURET (1972), como GARRIDO (1972) admiten la simultaneidad de formación de los mantos del Montsec y del Pedraforca, aunque posteriormente separados por el desgarre sinistral del Segre, que debe ser posterior a la fase de formación de los mantos y posiblemente a la fase tectónica pirenaica. Sin embargo, ya se demostró que los sedimentos que recubren el frente de ambos mantos obligan a admitir una edad de emplazamiento distinta para cada uno de ellos (SOLÉ SUGRAÑES y CLAVELL, 1973).

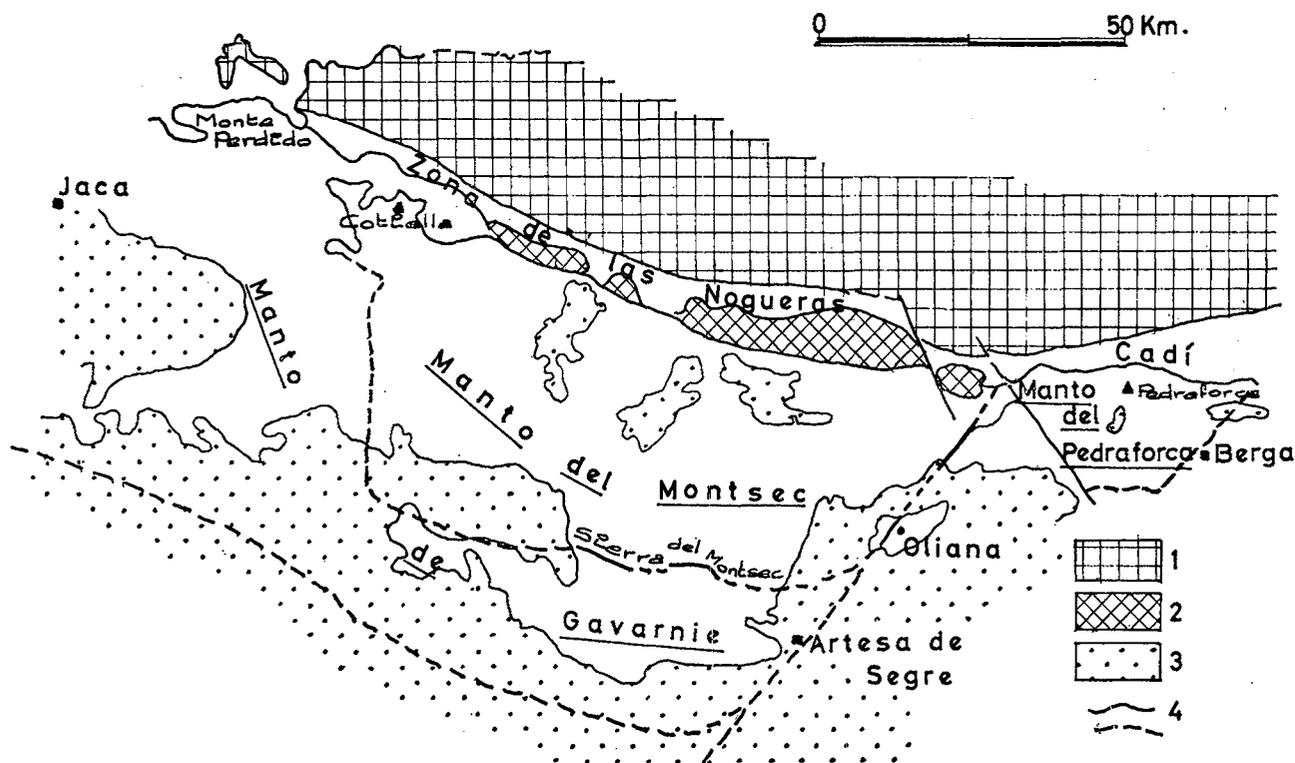


Fig. 2. — Esquema estructural del Prepirineo central y oriental. 1. Paleozoico de la Zona Axial; 2. Paleozoico corrido de la zona de Los Nogueras; 3. Molasa posterior a la fase pirenaica. Las líneas continuas indican contactos visibles, las discontinuas corresponden a los contactos anormales fosilizados por sedimentos más recientes.

CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS DE LAS DISTINTAS FASES

Fase intracuisiense

Tal como ya se ha indicado, los empujes tectónicos cuisienenses al Este del río Segre sólo se traducen por una ligera discontinuidad de la sedimentación continental (SOLÉ SUGRAÑES y E. CLAVELL, 1973). Sin embargo, a esta edad corresponde el emplazamiento del manto del Cotiella o manto del Montsec (GARRIDO, 1972), cuyo frente se halla fosilizado por sedimentos cuisienenses. Así pues, si se admite que esta fase apenas afecta los terrenos situados al E del Segre y que el emplazamiento del manto del Pedra-

La única estructura, suficientemente continua, que puede haber permitido el deslizamiento diferencial de ambas unidades es el desgarre dextrogiro del Cardener, orientado de NE a SW. Este desgarre, que se continúa desde el extremo occidental de la sierra del Cadí hasta St. Llorenç de Morunys donde queda fosilizado por el Biarritziense, limita los materiales del manto del Pedraforca del autóctono de Port de Comte. De esta forma, todos los macizos situados entre el Segre y Port de Comte (sierras de Turb, Pla de l'Anca y Organyà) formarían parte aún del manto del Montsec, mientras que el manto del Pedraforca quedaría reducido a los macizos situados

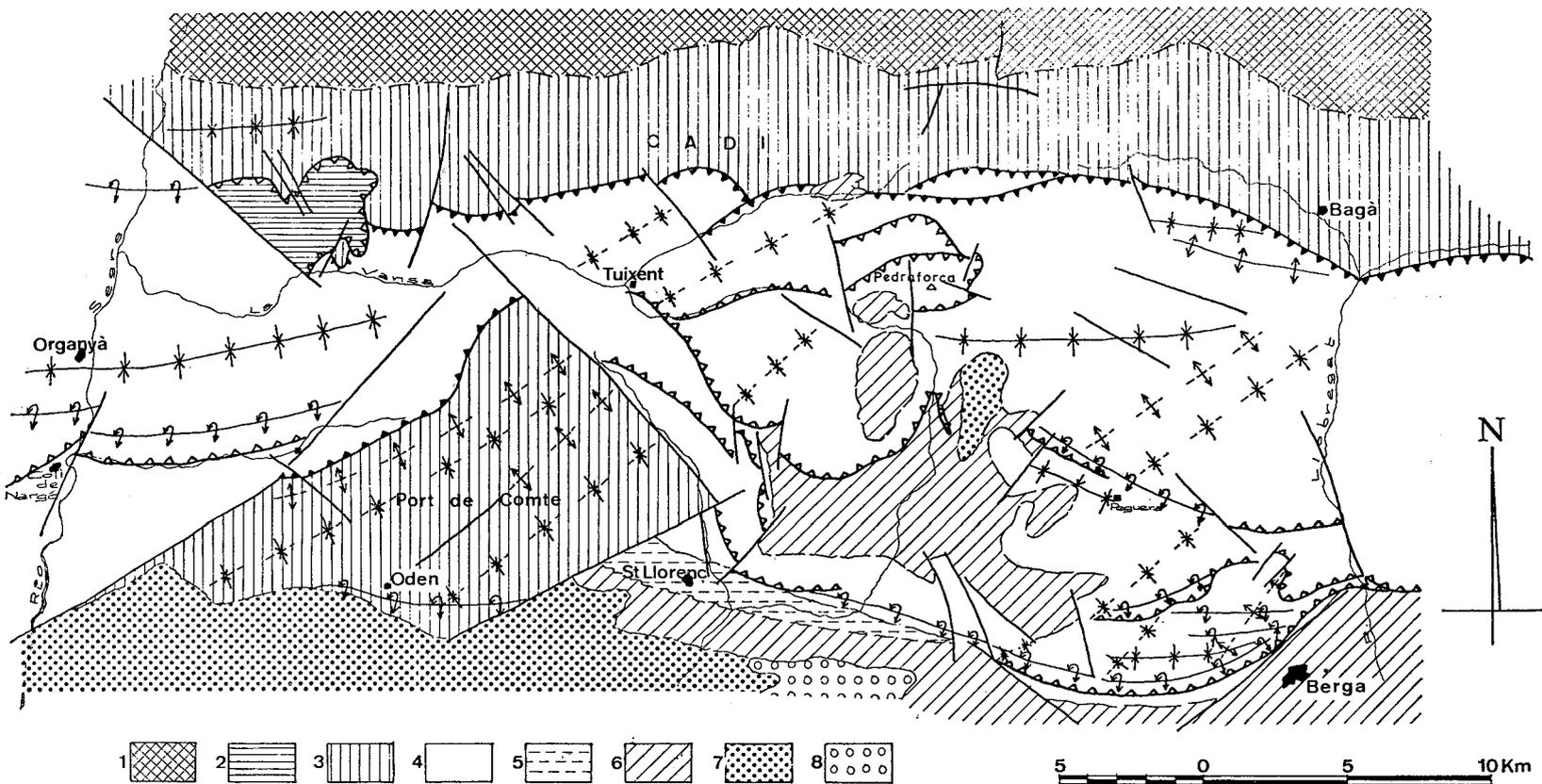


FIG. 3.—Esquema estructural del Prepirineo, entre los ríos Segre y Llobregat. 1. Paleozoico de la Zona Axial. 2. Paleozoico del Montsec de Tost; 3. Autóctono del Cadi y Port de Comte; 4. Mesozoico corrido hacia el S y superpuesto anormalmente al Eoceno del Cadi y Port de Comte; 5. Eoceno Superior marino que fosiliza el frente del manto del Pedraforca (margas de Sant Llorenç); 6. Conglomerados de Bastets; 7. Conglomerados de Lord; 8. Conglomerados de Busa. Los pliegues marcados con trazo discontinuo y los signos de cabalgamiento con los dientes en negro corresponden a la fase tectónica intraluteciense, mientras que los pliegues marcados con trazo continuo y los signos de cabalgamiento con los dientes en blanco corresponden a la fase tectónica pirenaica.

al E de Port de Comte y al S del Cadí (Ver figs. 2 y 3).

La antigüedad del desgarre del Cardener se pone de manifiesto por las diversas fracturas, relacionables con la fase pirenaica, que lo interrumpen y por pequeños retazos de conglomerados, semejantes a los conglomerados de Bastets, que lo fosilizan.

Fase intraluteciense

Al Este del río Segre, la fase tectónica intraluteciense es la responsable de la formación del manto del Pedraforca, tal como lo demuestran los sedimentos más recientes hallados en el manto — margas de Vilada y Can Mosqueta, ambas equivalentes a las de Banyolas, de edad Luteciense — y por debajo de él en el autóctono del Cadí — margas de Vallfogona, también de edad Luteciense —. El frente meridional del manto se halla recubierto por sedimentos marinos en el valle del Cardener — margas de Sant Llorenç — y continentales en el resto — tramo basal de transición de los conglomerados de Bastets — ambos de edad Biarritzense.

El desplazamiento mínimo visible hacia el sur del manto del Pedraforca es del orden de 20 km, pero las acusadas diferencias de facies y espesores entre el margen meridional del manto y el autóctono del Cadí, inducen a suponer que esta cifra es bastante más elevada.

Los límites del manto sólo son visibles en el margen septentrional, donde se corresponden con el accidente del Cadí. Sin embargo este accidente ha sido removido en fases posteriores y presenta pequeños pliegues de vergencia N, lo que hace que el contacto actual no sea paralelo a los planos de estratificación del autóctono, sino que lo corte a distintos niveles. Sin embargo, en el Cadinell (fig. 4 corte II) puede verse como la disposición de los materiales corresponde a un típico deslizamiento hacia el S del Cretácico y Jurásico, despegados a nivel del Keuper, por sobre el Eoceno del Cadí.

Tanto en el borde sur de todo el manto, como en su extremo oriental, el frente se halla siempre fosilizado por materiales del Eoceno superior, por lo que es difícil prever su extensión hacia el S.

Tanto los materiales del manto del Pedraforca, como los del autóctono de Port de Comte, se hallan afectados por un sistema de pliegues, orientados NE-SW. Se trata de pliegues concéntricos, de gran radio de curvatura y plano axial subvertical. En las calizas de Alveolinas de Port de Comte estos pliegues tienen una longitud de onda del orden de los 3 km, longitud del mismo orden que presentan en las calizas masivas del Cretácico, cuando éstas tienen espesores superiores a los mil metros. Sin embargo, en el extremo SE del manto, donde las calizas cretácicas son poco masivas, y presentan espesores inferiores a los 500 m, la longitud de onda de estos pliegues es inferior a los 2 km.

Si se acepta que el manto del Pedraforca se deslizó a lo largo del desgarre del Cardener, o sea que el movimiento de corrimiento se realizó principalmente hacia el SE, puede admitirse que este sistema de pliegues se originó como consecuencia del mismo sistema de fuerzas que dio lugar al deslizamiento del manto hacia el SE.

Si por el contrario, el deslizamiento del manto se realizó, predominantemente hacia el S, como admiten la mayoría de autores para el resto del Pirineo, debe aceptarse que existió una fase de plegamiento, posterior al emplazamiento, y que dio lugar a este sistema de pliegues orientados NE-SW.

Como consecuencia de los relieves formados durante esta fase tectónica se depositaron los conglomerados de Bastets recubriendo el borde frontal del manto y conglomerados equivalentes a éstos, recubriendo casi la totalidad del manto. Los elementos que forman estos conglomerados pertenecen en su mayoría a rocas intrusivas y paleozoicas, características de la Zona Axial pirenaica, mientras que en los tramos inferiores faltan por completo los elementos mesozoicos y eocénicos. Esto indica que, durante esta fase tectónica, los principales relieves se formaron, al principio, en la Zona Axial, mientras que los materiales mesozoicos y eocénicos corridos quedaban a un nivel muy bajo, probablemente recubiertos aún por el mar. Sin embargo, durante el transcurso del Biarritzense los materiales del manto emergen del mar y constituyen relieves apreciables, susceptibles de ser erosionados, tal como lo muestran la naturaleza de los cantos en los niveles medios y superiores de los conglomerados de Bastets.

En el extremo SW del manto, desde el valle del Cardener hasta Llinás, el frente del manto fue recubierto por sedimentos marinos (margas de Sant Llorenç) de edad Biarritzense y Priabonense inferior; que progresivamente, tanto hacia arriba como lateralmente pasan a los conglomerados de Bastets.

Fase pirenaica

Esta fase se caracteriza por una serie de pulsaciones tectónicas que se extienden desde el Priabonense al Stampiense.

Consecuencia de estos empujes son los pliegues orientados E-W, con marcada vergencia al S y con desarrollo de esquistosidad de fractura en los niveles más margosos (margas eocénicas y margas garumnienses).

Muchos de estos pliegues se convierten en cabalgamientos volcados hacia el S, de 1 a 2 km de desplazamiento y que en algunos casos pueden afectar los conglomerados inferiores. Así, en Vilacireres se ven los conglomerados eocénicos cabalgados por el Keuper y el Jurásico.

En el contacto entre el manto del Pedraforca y el Cadí algunos de estos pliegues presentan una mar-

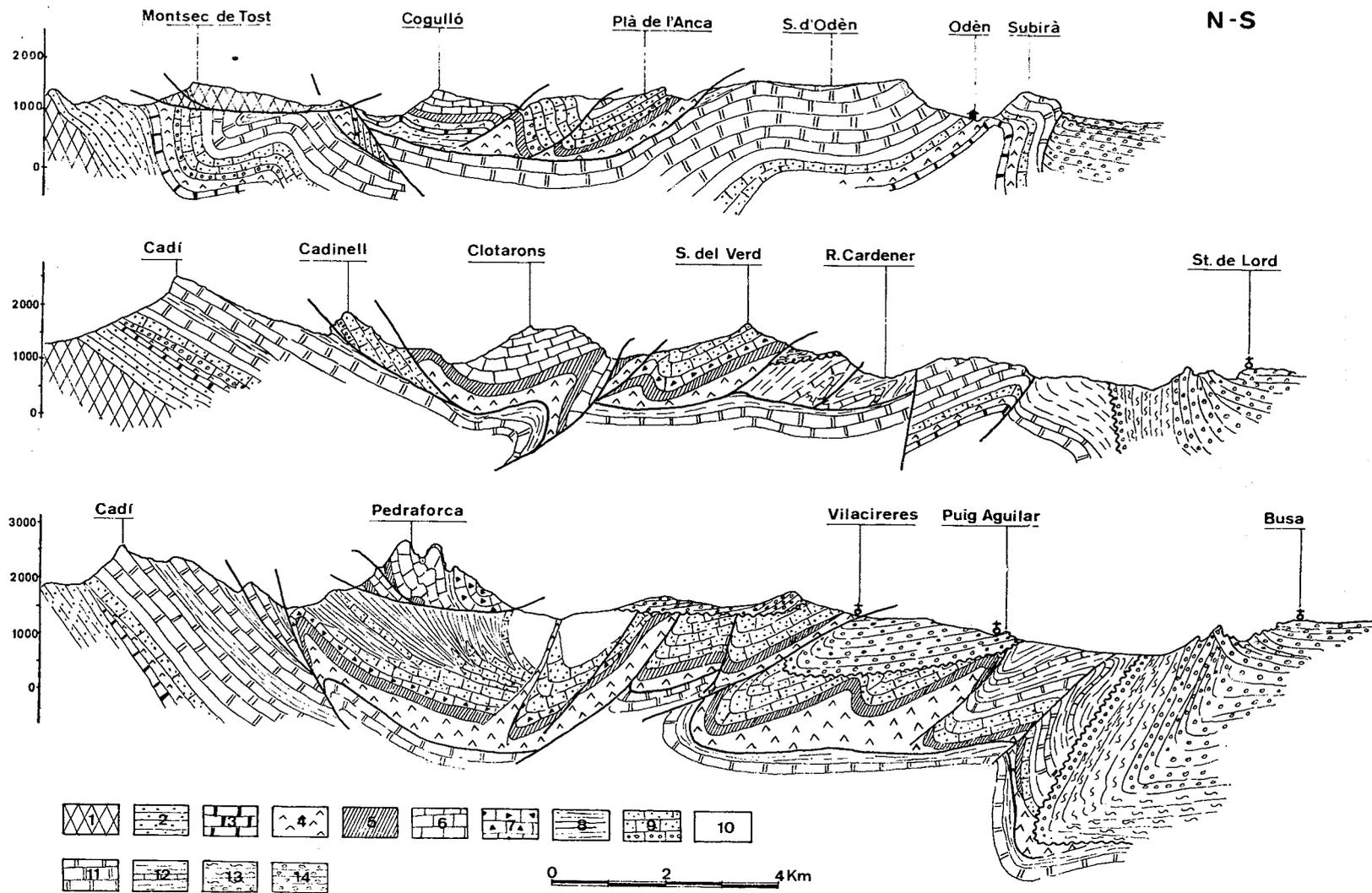
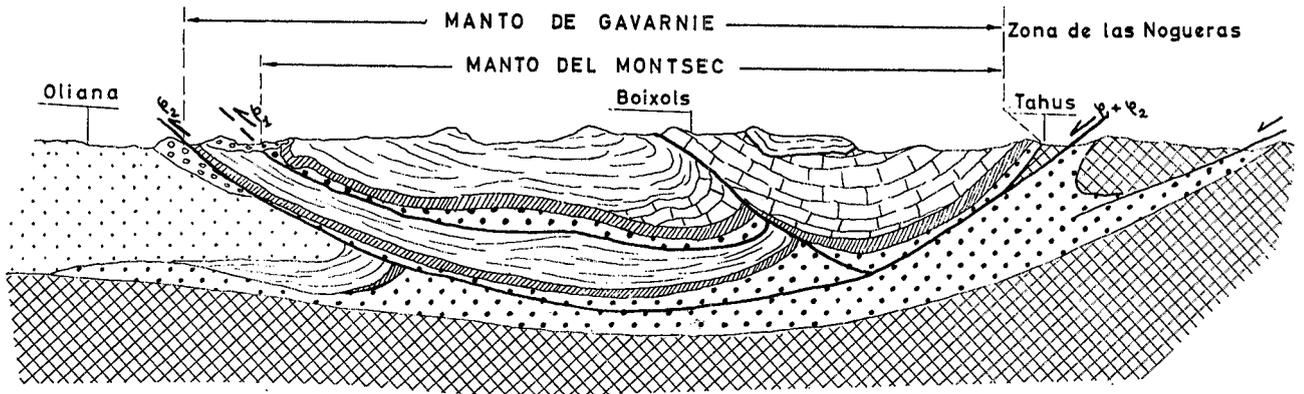
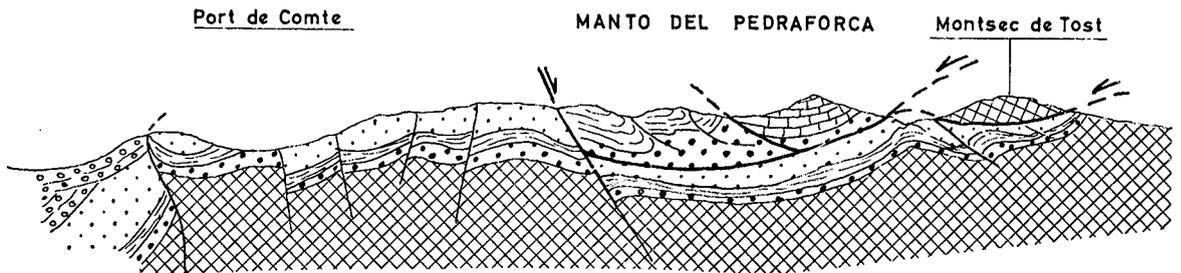


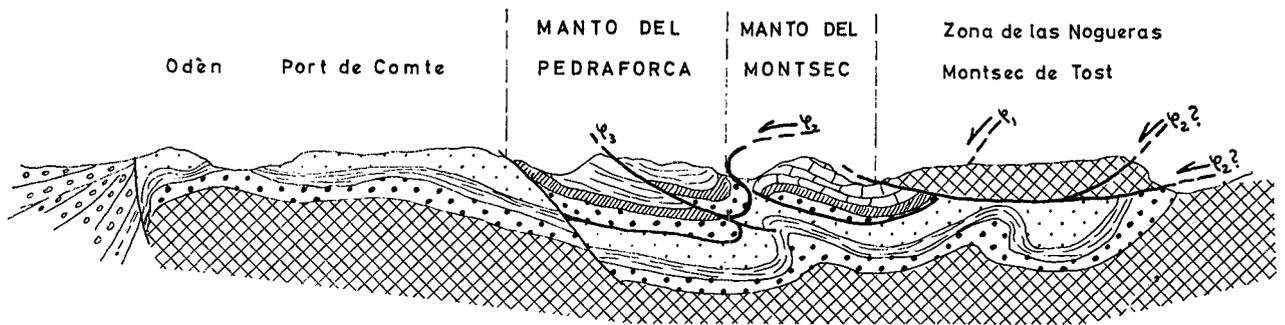
FIG. 4. — Cortes Norte-Sur seriados de Oeste a Este del sector de Prepirineo comprendido entre los ríos Segre y Llobregat. 1. Paleozoico; 2. Permotrias; 3. Muschelkalk; 4. Keuper; 5. Rhetiense y Jurásico; 6. Cretácico inferior; 7. Santoniense (calizas de Alinyà); 8. Campaniense y Maestrichtiense margosos (margas de Perles); 9. Cretácico superior calcáreo-arenoso con conglomerados basales; 10. Garumniense; 11. Calizas de Alcolinas (Ilerdiense y Cuisiense); 12. Margas del Eoceno inferior y medio con algunos bancos calcáreos intercalados; 13. Margas y areniscas del eoceno superior (margas de Sant Llorenç);



Esquemático de Garrido y Rios 1972



Esquemático de Seguret 1970



Solé Sugrañes 1973

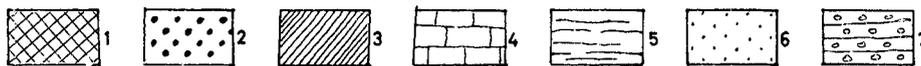


FIG. 5. — Distintos esquemas interpretativos del Prepirineo oriental. 1. Paleozoico; 2. Keuper; 3. Jurásico; 4. Cretácico inferior; 5. Cretácico superior; 6. Eoceno; 7. Conglomerados finipaleógenos.

cada vergencia al N, tal como ocurre en la Collada de Josa o en Gisclareny. Sin embargo son poco numerosos los pliegues vergentes al N.

En algunos sectores, tales como en el sinclinorio de Vallcebre o en el barranco de Odén, puede verse la interferencia entre este sistema de pliegues y los orientados NE-SW de edad luteciense.

El pliegue más meridional de este sistema E-W, afecta a los conglomerados de Bastets y de Lord, llegando incluso a invertirlos. Por esta misma razón, la discordancia que fosiliza el manto del Pedraforca se halla siempre en posición subvertical o ligeramente invertida.

También debe corresponder a esta fase tectónica el deslizamiento del bloque del Pedraforca (macizo del Pedraforca "sensu strictu") que formado por calizas jurásicas y del Cretácico inferior se halla flotando sobre el Cretácico superior plegado y erosionado. Por su estructura puede suponerse que el bloque del Pedraforca corresponde a la prolongación oriental del macizo de Clotarons y que su desplazamiento hacia el S puede haber sido unos 3 km durante esta segunda fase.

Como consecuencia de los relieves originados durante esta fase tectónica se depositan sintectónicamente, separados por sucesivas discordancias progresivas, los conglomerados de Lord y de Busa, formados predominantemente por materiales mesozoicos y eocénicos.

Edad de Formación del Montsec de Tost

El Montsec de Tost, formado por materiales devónicos que se hallan flotando sobre el Eoceno del Cadí, normalmente se ha definido como la terminación oriental de la zona de los Nogueras. Sin embargo, su colocación en el emplazamiento actual ha debido ser posterior.

Tanto en las hipótesis de SEGURET como de GARRIDO y RÍOS (ver fig. 5), el corrimiento de la zona de los Nogueras debería haber sido inmediatamente anterior al de los mantos formados por materiales mesozoicos, ya que estos recubren el frente paleozoico de la zona de los Nogueras.

Sin embargo, en el caso del Montsec de Tost, tal como ya se ha demostrado anteriormente (SOLÉ SUGRAÑES y SANTANACH, 1970), este macizo paleozoico se halla recubriendo el cabalgamiento del Cadí, o sea el contacto entre el manto del Pedraforca y el autóctono del Cadí, por esto es necesario admitir, que aunque el Montsec de Tost forme parte del manto de los Nogueras, en una fase posterior a la formación de este manto, siguió deslizándose hacia el S hasta su emplazamiento actual. Este movimiento pudo haberse visto favorecido por una fractura de desgarre dextrogira, orientada NW-SE y que es posible que se trate de la continuación del

desgarre del Cardener, aunque ligeramente desplazado por el desgarre sinistro del Segre.

Confirma esta hipótesis sobre la edad de formación del Montsec de Tost el que conglomerados, asimilables a los conglomerados de Bastets, se hallen afectados por el corrimiento de la unidad paleozoica.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMELA, A., y J. M. RÍOS (1943): Contribución al conocimiento de la zona subpirenaica catalana. *Bol. Inst. Geol. y Min. España*. 56: 391-451.
- ASHAUER, H. (1934): Die östliche Endigung der Pyrenäen. Trad. en *Publicaciones Alemanas sobre Geología de España*. C. S. I. C. (1943), t. II, pp. 201-236.
- ASHAUER, H., y TECHMÜLLER (1935): Die variscische und Alpidische gebirgsbildung Kataloniens. Trad. en *Publicaciones extranjeras sobre geología de España*. C. S. I. C. (1946), t. III, pp. 7-102.
- BIROT, P. (1936): La structure de Sud Pyrenées orientales. 318 p. J. B. Bailliére et Fils. París.
- GARRIDO MEJÍAS, A. (1972): Sobre la colocación del manto del Pedraforca y sus consecuencias: una nueva unidad tectónica independiente "el manto del Montsec". *Bol. Geol. y Min.*, pp. 242-248.
- GARRIDO MEJÍAS, A., y RÍOS, L. M. (1972): Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre. *Bol. Geol. y Min.* 83: 1-47.
- GICH, M. (1969): Las unidades litostratigráficas del Eoceno prepirenaico del Ripollés oriental. *Act. Geol. Hisp.* 4 (1): 5-8.
- GUERIN DESJARDINS, B., y LATREILLE, M. (1961): Étude géologique dans les Pyrenées espagnoles entre les ríos Segre et Llobregat. *Rev. Inst. Franc. du Petrole*, 16.
- JACOB, CH.; FALLOT, P.; ASTRE, E., y CYRI, R. (1927): Observations géologiques sur la versant méridionale des Pyrenées centrales et orientales. *Cong. Geol. Inter.* Sesión XIV, 2: 335-411. Madrid.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1952): Los relieves estructurales del alto valle del Llobregat. *Estudios Geográficos*, 13 (46): 73-142.
- RIBA, O. (1967): Resultados sobre el estudio del terciario continental de la parte este de la Depresión central Catalana. *Act. Geol. Hisp.* 2 (1): 1-6.
- (1973): Las discordancias sintectónicas del alto Cardener (Prepireneo Catalán), ensayo de interpretación evolutiva. *Act. Geol. Hisp.* 8 (3): 90-98.
- SEGURET, M. (1972): Étude tectonique des nappes et séries décolles de la partie centrale du versant sud des Pyrenées. *Public. Univ. Sci. Techn. du Languedoc*, vol. 2, 155 p.
- SOLÉ SUGRAÑES, L. (1970): Estudio geológico del Prepireneo entre los ríos Segre y Llobregat. Tesis Universidad de Barcelona.
- (1972): Nota sobre una discordancia en el Eoceno medio del Prepireneo oriental. *Act. Geol. Hisp.* 7 (1): 1-6.
- SOLÉ SUGRAÑES, L., y CLAVELL, E. (1973): Sobre la edad y posición tectónica de los conglomerados Eocenos de Queralt (Prepireneo Oriental). *Acta. Geol. Hisp.* 8 (1): 1-6.
- SOLÉ SUGRAÑES, L., y MASCAREÑAS, P. (1970): Sobre las formaciones Ager y Bagà del Eoceno del Cadí y unos pretendidos olistolitos del mismo. *Act. Geol. Hisp.* 5 (5): 97-101.
- SOLÉ SUGRAÑES, L., y SANTANACH, P. (1970): Nota sobre la escama de corrimiento del Montsec de Tost en el Prepireneo español. *Act. Geol. Hisp.* 5 (1): 24-28.
- SOLER SAMPERE, M., y GARRIDO MEJÍAS, A. (1970): La terminación occidental del manto del Catiella. *Pirineos*, 98: 5-15.