

# Las discordancias sintectónicas del Alto Cardener (Prepirineo catalán), ensayo de interpretación evolutiva

por ORIOL RIBA (\*)

## RESUMEN

Se discute la edad y la posición estratigráfica de las discordancias de la Formación conglomerados de Berga, en el Prepirineo catalán. Se describen tres discordancias progresivas-angulares sintectónicas, escalonadas entre el Eoceno superior y el Stampiense; y se analizan las relaciones estructurales y sedimentarias. Se propone un modelo de desarrollo para explicar los pasos laterales de concordancia — discordancia progresiva — discordancia angular, el papel desempeñado por la relación tectónica/sedimentación y la disposición offlap-onlap de los depósitos conglomeráticos. Las discordancias inferiores están deformadas por las fases tectónicas posteriores.

## SUMMARY

The age of the three syntectonic unconformities belonging to Upper Eocene—Middle Oligocene is discussed. We describe the structural characteristics of the conglomerates in the Catalanian South Pyrenees, specially the relationships between tectonics and sedimentation and the lateral relationships between conformity, progressive unconformity (or cumulative wedging out) and angular unconformity. A new model of development is proposed to explain offlap-onlap mechanism of each folding phase and the progressive and angular unconformities formation. The older unconformities are deformed.

## 1. INTRODUCCIÓN\*

El conjunto conglomerático del Alto Cardener, al sur de Sant Llorenç de Morunys (prov. de Lérida), con sus discordancias progresivas, fue descrito por varios autores. ASHAUER (1934, fig. 12) describe la discordancia Cudó-Santuari de Lord, observando que los conglomerados inferiores oligocenos, que según él, descansan concordantes sobre el Eoceno ma-

rino, están recubiertos en discordancia por el Mioceno. La fase de plegamiento es la sávida. Ambas formaciones pasan a ser concordantes hacia el centro de la depresión del Ebro.

BIROT (1937), al tratar del conjunto de conglomerados del frente sur-pirenaico, entre el Segre y el Llobregat, presenta una nueva interpretación a la disposición sedimentaria y estructural de los conglomerados terciarios dándolos como correlativos de la orogénesis pirenaica. Denomina "*discordance progressive* ou *semi concordance*" (\*\*\*) a los abanicos de conglomerados que se observan en varios lugares del reborde terciario pirenaico; lo cual constituye una novedad en geología. BIROT, en el perfil de la fig. 40, deduce que ha habido continuidad, tanto en el levantamiento del anticlinal de Sant Llorenç, como en el depósito del Oligoceno, y observa la existencia de *discordancias internas*. Dedujo la existencia de una discordancia intra-oligocena que sucede a otra que tuvo lugar durante el Luteciense (fase principal pirenaica).

La misma interpretación dan RÍOS, ALMELA y GARRIDO (1943). GUÉRIN DESJARDINS et LATREILLE (1961) ven *discordancias intraformacionales* en el seno de los conglomerados y dan una edad fini-eocena a principios del Oligoceno a la fase de plegamiento.

SEGURET (1969, 1970) interpreta como sintectónicos los conglomerados del frente meridional del manto de la Pedraforca y propone, en su tesis (fig. 70, p. 194 y ss.), un modelo de mecanismo de formación de las discordancias progresivas, muy parecido al dado por BIROT precedentemente; y reconoce que "la continuité de la sédimentation (...) rend impossible l'appréciation rigoureuse du moment où commence et où finit cette activité (tectonique)" y afirma que es un "... phénomène relativement lent puisque débutant vers la fin du Paléocène, il se termine dans l'Eocène, très supérieur".

L. REILLE (1971), que colaboró con SÉGURET, piensa de modo análogo en su tesis (p. 112 y ss.,

(\*) Sección de Estratigrafía y Sedimentología, Inst. "Jaime Almera", C.S.I.C. Barcelona.

(\*\*) La nota que ahora presentamos fue objeto de una comunicación verbal en el "Simposio de Fotografía Aérea aplic. a la Arqueol. y Cienc. Nat.", Madrid, 6-5-1966; de una comunicación sobre sistemática de discordancias, presentada en la "VI Reunión del Grupo Esp. de Sedimentología", Granada, 6-4-1972.

Agradecimientos: El autor de este trabajo agradece a C.I.E.P.S.A. el permiso de publicación de datos originales obtenidos durante campañas de geología patrocinadas por dicha empresa en 1961 y 1962. Asimismo agradece a los Dres. J. M. Fontboté y M. Julivert la lectura crítica de este trabajo.

(\*\*\*) Entre nosotros ha predominado el primer término,

figs. 45 y 46). Atribuye los conglomerados sintectónicos del corte de Sant Llorenç de Morunys (fig. 46), como post-lutecienses, alcanzando los conglomerados post-tectónicos que forman la coronación del sinclinal de la Serra de Busa, como del Eoceno terminal (?). Esta datación de los conglomerados está en desacuerdo con la de RIBA (1967), ya que éste correlacionó los conglomerados de Busa con la molasa de Solsona; y a su vez los conglomerados de Lord con los conglomerados altos de Oliana. REILLE relega las tres discordancias de RIBA a la categoría de "discordancias locales" (otro término de rango similar a las discordancias internas o intraformacionales). En el esquema cartográfico de la fig. 45 de REILLE, se correlacionan los niveles del Tossal de Vall-Llonga con los del Santuario de Lord y de la Serra de Busa, dándolos todos como "conglomérats essentiellement postérieurs à la tectogenèse Eocène terminal à Miocène?" "(compárese con la fig. 1).

## 2. DISPOSICIÓN ESTRATIGRÁFICA Y ESTRUCTURAL

2.1. *Estratigrafía.* — Entre el Segre y el Llobregat se extiende la formación conglomerática del borde S. de los Pirineos, llamada Formación de Berga o Fm. Conglomerados de Berga, por SOLÉ SUGRAÑES (1971) (\*), y como perfil tipo podemos proponer el del Cardener, aguas abajo de Sant Llorenç de Morunys; ya que ha sido descrito por SOLÉ SUGRAÑES (1970) y REILLE (1971). Esta formación descansa en concordancia sobre los niveles marinos de la Fm. Sant Llorenç datados como Biarritziense sup.-Priaboniense inf., por SOLÉ SUGRAÑES (1971), mediante una serie de transición, en la que aparecen los primeros conglomerados y los niveles de arcillas rojas. RIBA (1967) distinguió tres miembros:

Fm. Conglomerados de Berga	Mb. conglomerados de Busa:	Oligoc. medio	(Stampiense?)	Por encima de G.
	Mb. conglomerados de Lord:	Eoceno sup.-	Sannoisiense	Niv. D-E-F-base de G
	Mb. conglomerados de Bastets:	Eoceno superior	Priaboniense (o Ludicense)	Niv. A-B-C-base de D
	Capas de transición de 80 m.	Eoceno: Priaboniense inf.		Por deb. niv. A

Formación de Sant Llorenç. Margas azules fosilíferas: Biarritziense sup. Priaboniense inf.

Para facilitar la descripción se han distinguido en el esquema geológico de la figura 1, los niveles de conglomerados A, B, C, D, E, F y G (basado en fotografías aéreas, vuelo 5-6-1957; 44.689-44.690) que, en el área de nuestro estudio, se pueden considerar como isócronas, con aceptable precisión. Los topónimos se han sacado del mapa a escala 1:25.000, hoja de "Port del Compte" (Edit. Alpina, 1969).

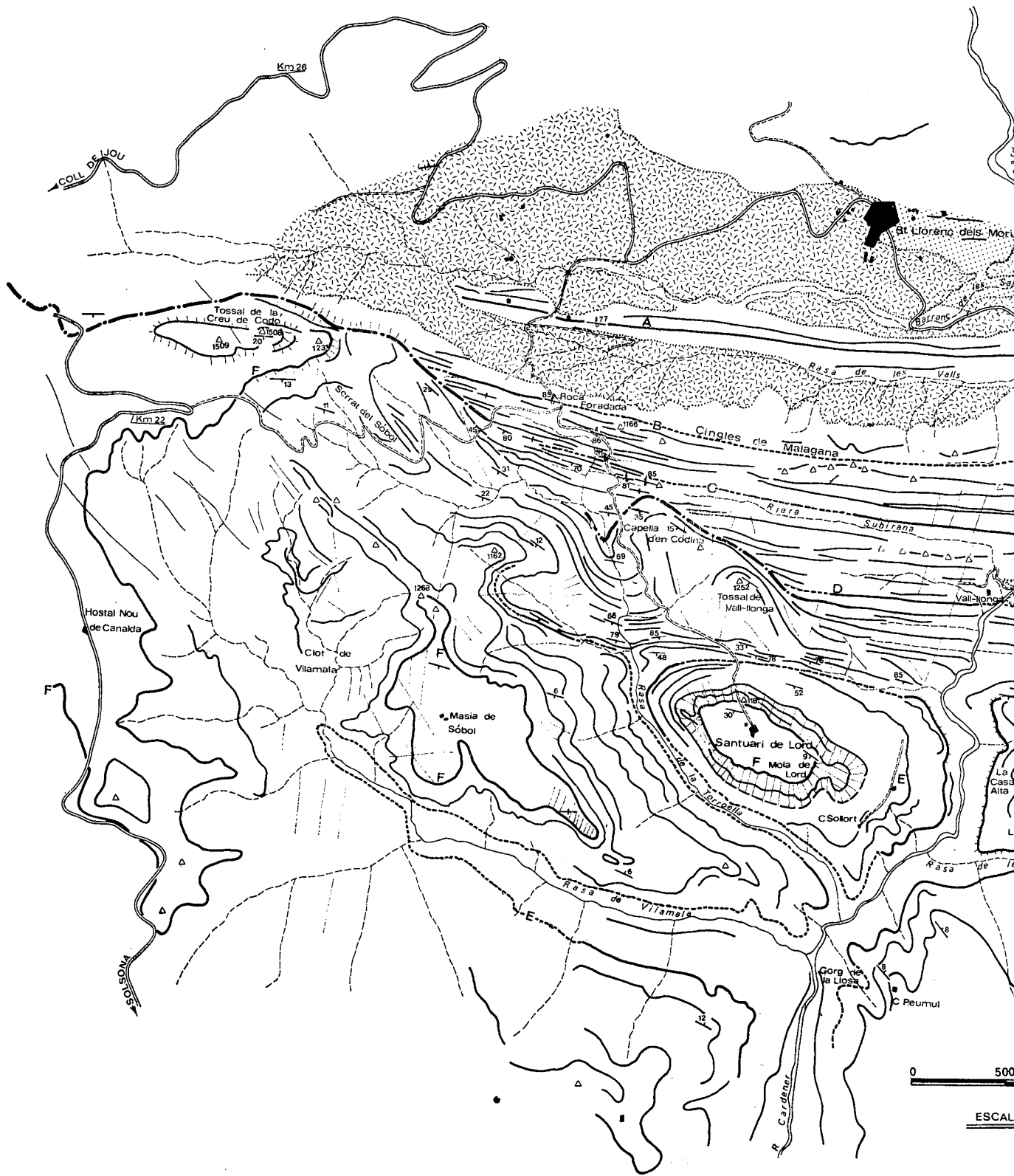
La serie continental, desde el nivel A, hasta la coronación de los conglomerados de Busa mide, según el perfil del Cardener-Castell-C. Capdevila-El Capolat, un total de 2.425 metros; según el perfil de la Rasa de la Foranca-Coll de la Maçana-El Cogul: 2.500 m.

2.2. En cuanto a la *composición de los conglomerados*, ésta es bastante monótona; ya que desde las primeras pasadas (niv. A), se encuentran cantos bastante rodados de cuarzo, cuarcita, lidita y granito, cantos de conglomerados del Carbonífero, calizas devónicas, pizarras, etc., que proceden del Paleozoico del Pirineo Axial, lo cual revela que el área fuente de los cursos fluviales terciarios sería muy extensa. Los elementos procedentes del Mesozoico y Terciario marino, desde luego más próximos, se encuentran cada vez más abundantes a medida que se asciende en la serie, llegando a valores próximos al cien por 100 en las inmediaciones del nivel D. El tamaño máximo y la heterometría y la falta de desgaste de los elementos rodados, va en aumento hasta el mismo nivel. En D, se han medido bloques de 45 cm. Hacia la zona de El Codó y Santuario de Lord se han medido bloques de más de 1 m. Cerca del nivel D se han encontrado abundantes cantos arcillosos (*clay galls, galets mous*). Intercalados en los niveles de conglomerados hay numerosos bancos arcilloso-areniscos rojos (hacia la parte alta de la sucesión son más pardo-amarillentos); algunos de los cuales pueden ser atribuidos a coladas lodosas de tipo *debris flow* (BULL, 1972), con fuerte heterometría, ausencia de laminación en bancos masivos, descamación paralela a la superficie actual del afloramiento, presencia de nidos de conglomerados, etc.

2.3. *Disposición estructural.* — Puede apreciarse en el esquema geológico y los cortes N-S. Por razones expositivas se describen las discordancias de la más moderna a la más antigua; de la más sencilla a la más compleja.

2.3.1. El corte más oriental: Sierra de Busa-río Aigua de Valls, presenta un importante paquete de capas conglomeráticas invertido (76-80° N), entre

(\*) La denominación propuesta por dicho autor, es preferible a la Fm. Collegats, propuesta por MEY, et al. (Leidse Geol. Med., t. 41, 1948) y definida en las Gorges dels Collegats, del Noguera Pallaresa (también llamados anteriormente Conglomerados de la Poble de Segur, por ROSELL y RIBA (1966) ya que la Fm. de Collegats no guarda relación con las masas de conglomerados del reborde de la depresión del Ebro.



0 500

ESCALA



FIG. 1.—Esquema fotogeològic de la zona estudiada. Explicación:  
 1. Línea fotogeològica de capa; 2. Id. supuesta; 3. Discordància angular; 4. Terrenos post-terciarios; 5. Terciario continental; 6. Terciario marino: Eoceno (hasta el Priaboniense inferior, según Solé SUGRAÑES).

los niveles A y D (conglomerados de la Serra dels Bastets) que, hacia la parte superior forma un importante abanico de capas o *discordancia progresiva*, de unos  $45^\circ$  de abertura (fig. 3), quedando recubiertos por los conglomerados de Busa en discordancia angular, visible en toda la vertiente norte del sinclinal colgado de Busa. Dicha discordancia angular se atenúa rápidamente hacia el S, y desaparece, pasando a concordancia, antes de llegar al eje sinclinal. La "penetración" de dicha discordancia angular hacia el S es inferior a los 400 m. La mencionada discordan-

la masía de Sòbol-Codó). En el nivel E es donde se registran los acuíñamientos de mayor abertura angular  $\alpha$ , al llegar al F, el movimiento que lo engendró prácticamente ya había cesado. Durante el depósito de las capas de Casa Capdevila, entre F y G se produjo la erosión y truncamiento parcial del abanico de Coll de la Maçana, siendo solapados, luego, por los conglomerados de Busa.

2.3.2. — En el paquete de conglomerados en posición invertida comprendido entre los niveles B y D

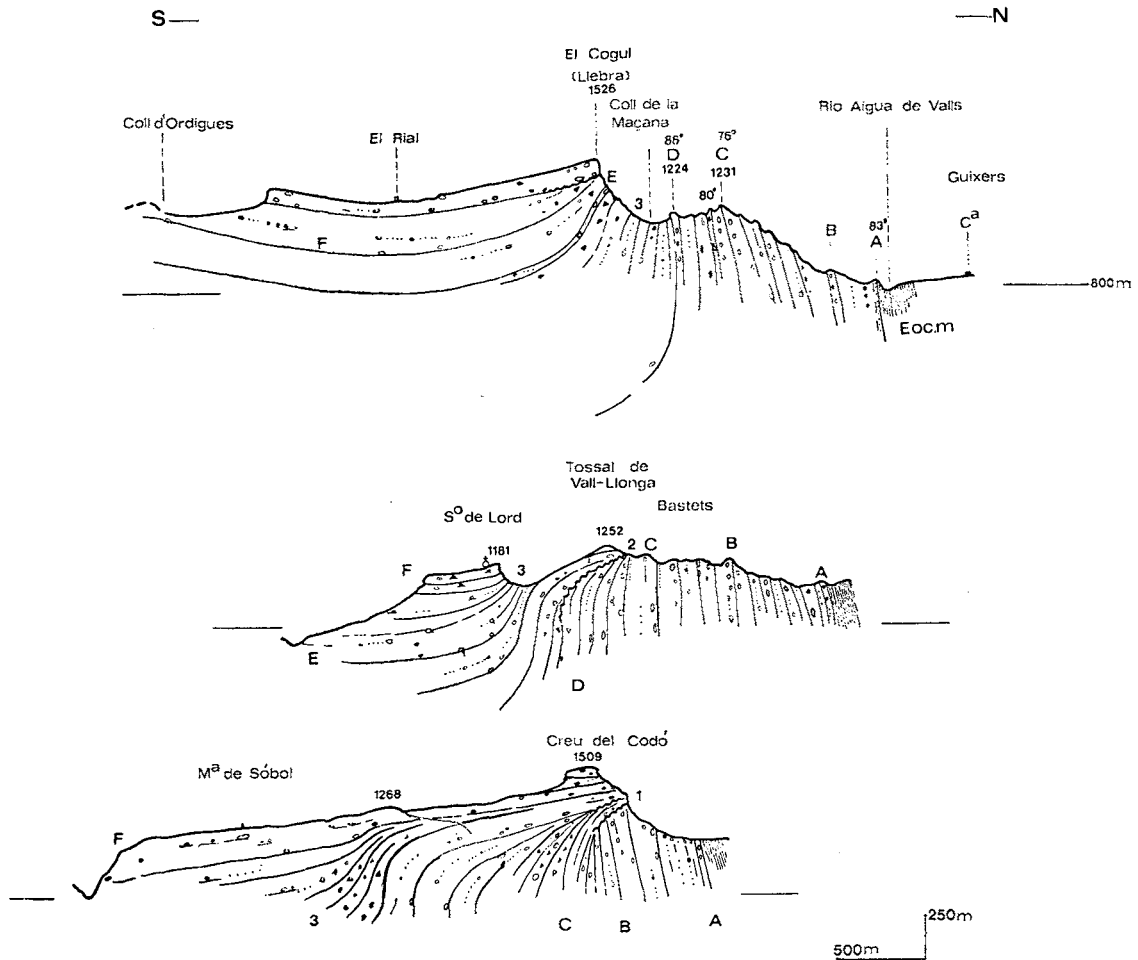


FIG. 2. — Cortes seriados del Alto Cardener: 1. Discordancia angular de El Codó; 2. fd. del Tossal de Vall-Llonga; 3. fd. de Busa-Rasa de Torroella.

cia progresiva del Coll de la Maçana, con sus importantes acuíñamientos de capas, se prolonga hacia el Oeste, siguiendo la Canal dels Oms (figs. 3 y 4), cruza el Cardener, y pasa por el collado existente entre la Mola de Lord y el Tossal de Vall-Llonga, formando, al otro lado de la Rasa de la Torroella, un magnífico abanico de capas, sin llegar a constituir discordancia angular, quedando recubierto por el último término, que es el nivel F (conglomerados de

(Bastets) sus capas guardan un sensible paralelismo hacia el Oeste; aunque se aprecia una reducción de potencia entre los perfiles de Busa (1.180 m) y otro algo al W del Cardener (680 m). El hecho más sorprendente consiste en que la capa de conglomerados que pasa por C. Tres Serres y El Castell, al llegar poco antes del cerro llamado Tossal de Vall-Llonga, se inflexiona, disminuyendo rápidamente de buzamiento hacia el N y a la vez pasan a solapar las capas

subverticales truncadas que hasta dicho lugar guardaban paralelismo con las infrayacentes. Observando con más detención, se aprecia que, por encima y por debajo de la superficie de discordancia angular, las capas se acúñan hacia el N, formando un abanico de capas como en el caso precedente. La penetración de la discordancia angular hacia el S es de unos 300 metros. Hacia el Oeste, la discordancia angular se ate-

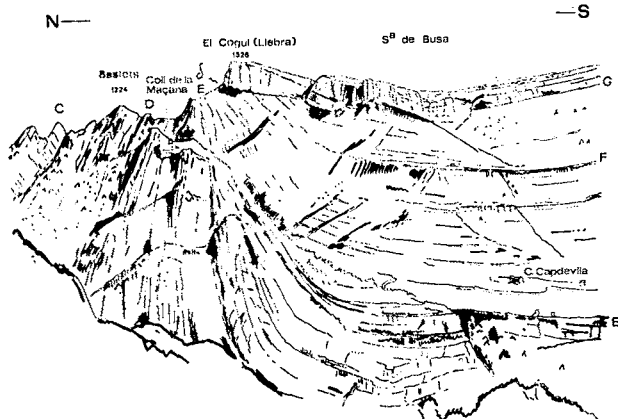


FIG. 3. — Vista de la Sierra de Busa, desde el Tossal de Vall-Llonga, según una fotografía.

núa, al ir encontrando capas cada vez menos inclinadas, pertenecientes al abanico infrayaceite del Codó. Esta discordancia angular está deformada por efecto del desarrollo posterior de la discordancia progresiva del Coll de la Maçana. La inflexión antes aludida, es atribuida a dicha fase posterior.

2.3.3. Queda, finalmente, la discordancia progresiva inferior, visible en la vertiente oriental del cerro llamado Tossal de la Creu del Codó (1.508 m). La observación se puede realizar en buenas condiciones (fig. 5) siguiendo la divisoria entre el Tossal de Vall-Llonga y la cota 1.166 al E de la Roca Foradada. El abanico de capas tiene una abertura de más de  $90^\circ$ , ya que se puede pasar del nivel B, buzando  $85^\circ$  al N, a los conglomerados horizontales del Codó, superiores al nivel F, dudosamente correlacionables con los de Busa. Los conglomerados del nivel C y los que vienen encima al Oeste de la senda que une el km 22 de la carretera de Solsona a La Roca Foradada, empiezan a descansar en discordancia angular sobre el sistema de cuñas infrayacentes truncadas por la erosión, formando un abanico de cuñas abierto hacia el Sur, y en disposición translapante (*onlap*). La discordancia angular, al igual que la de Busa y Tossal de Vall-Llonga, tiene una breve penetración y su plano de discordancia está inclinado hacia el Sur; el ángulo de discordancia que forman las capas limitantes aumenta hacia el Norte. La máxima abertura  $\alpha$  de las cuñas es de unos  $25^\circ$  (fig. 5).

La discordancia de la Creu del Codó está constituida por el acúñamiento de todo el paquete entre los niveles B y E, y en ella están superpuestos dos abanicos con sendas discordancias angulares que coinciden con los niveles C y D. Como se ha dicho, la discordancia angular del Tossal de Vall-Llonga queda atenuada al evolucionar hacia el Oeste, quedando intercalada como interestrato entre otras cuñas, de ángulo muy abierto, sin erosión basal. Se trata, pues, de una *discordancia progresiva compuesta* por la superposición de dos. Además, el paquete de conglomerados del abanico de Coll de la Maçana-Rasa de Torroella, no está representado en la discordancia progresiva del Codó, acúñándose también, y descansando sobre los infrayacentes, formando una paraconformidad.

Nótese, además, que siguiendo de Este a Oeste los conglomerados de Bastets se observa un *paso lateral de discordancia*: concordancia-discordancia progresiva-discordancia angular.

El sinclinal de Busa se prolonga hacia el Oeste, cruzando su eje el Cardener y pasa al S de la Mola de Lord, pero desaparece el sinclinal bajo los conglomerados de la Masía de Sòbol; se trata de un ejemplo de *sinclinal supra-atenuado*; el cual implica acúñamientos hacia sus flancos. La discordancia progresiva del Coll de la Maçana (2.3.1) ha desempeñado un importante papel en este fenómeno.

### 3. INTERPRETACIÓN EVOLUTIVA DE LAS DISCORDANCIAS PROGRESIVAS Y PROPUESTA DE UN MODELO

Como ya fue propuesto por BIROT (1937), las discordancias progresivas son el resultado del doble juego entre la tectónica y la sedimentación. Son estructuras discordantes sintectónicas. Pero el modelo propuesto por el mencionado autor, retomado recientemente por SEGURET (1970, p. 195 y ss., fig. 70), o el esquema evolutivo del anticlinal de Boltaña de SOLER y PUIGDEFÁBREGAS (1970) y reproducido por REILLE

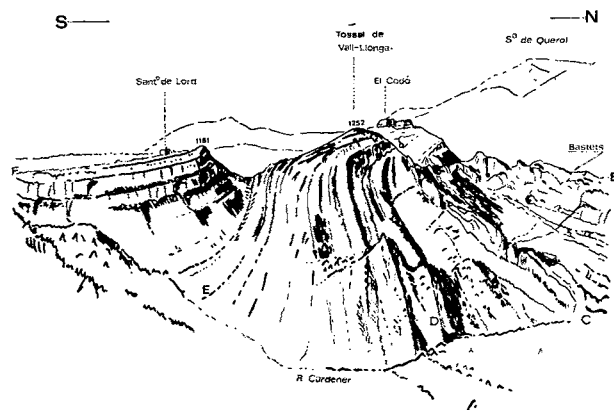


FIG. 4. — Vista desde cerca de Casa Capdevila (Busa) hacia el Santuario de Lord-Tossal de Vall-Llonga; según una fotografía.

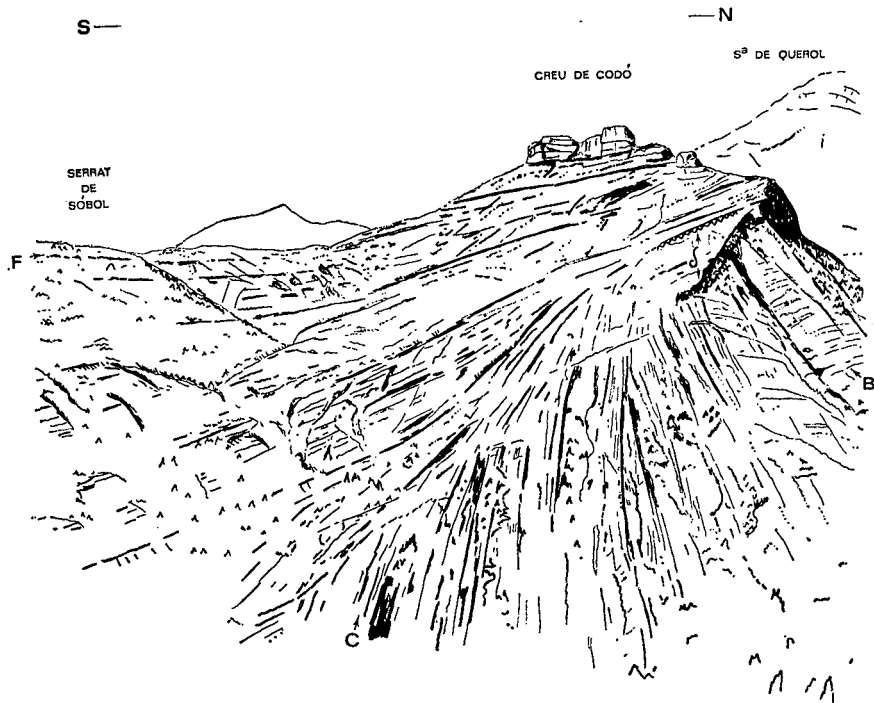
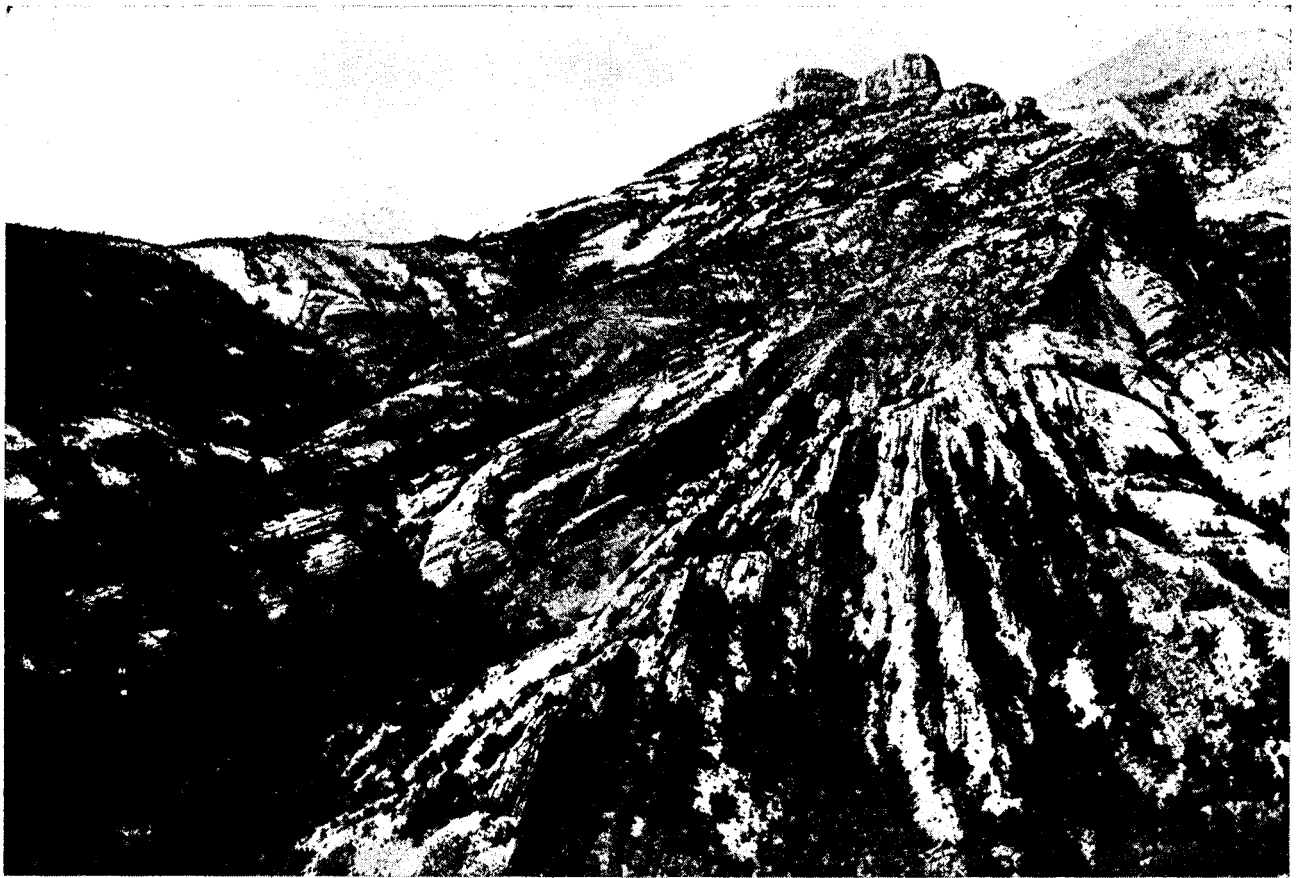


FIG. 5. — Vista desde el Este de la discordancia progresiva compuesta de El Codó, e interpretación de la misma, según una fotografía.

(1971, fig. 18), no explican las relaciones entre las discordancias progresivas y las angulares; ni así tampoco los pasos laterales de un tipo a otro.

3.1. Una superficie de sedimentación que bascule, levantándose por un lado, hundiéndose o subsidiendo por otro, sin que cese el depósito, puede originar un abanico de capas o discordancia progresiva (\*). Esto es lo que puede ocurrir en un flanco de un anticlinal, y de modo muy visible en aquellos flancos que presentan cobijaduras, frentes de cabalgamientos o de mantos de corrimiento, flancos de diapiro, etc. La parte más sobresaliente del *abrupto tectónicamente activo* puede erosionarse, a la vez que en el pie del mismo se acumulan conglomerados, fanglomerados o brechas de talud (ingl. *talus*). La es-

ginará un acúmulo de cuñas superpuestas, dispuestas en *offlap* o cislapamiento (fig. 6, a) (en régimen sedimentario marino, sería una regresión). El ángulo  $\alpha$  de las cuñas, parte de cero (paralelismo de los estratos) a un valor máximo. El lugar geométrico de las aristas de estas cuñas es una evoluta A cóncava hacia arriba. Al pasar a la etapa de desaceleración, el mecanismo se invierte (fig. 6, b y c); pasando  $\alpha$  de un valor máximo, a cero. La disposición de las cuñas es ahora en *onlap*, o translapamiento (o transgresión marina). La evoluta B correspondiente a la segunda etapa se articula con la anterior A, en E (eje de articulación), adoptando una forma convexa con tendencia a la horizontalidad, y al acercarse  $\alpha$  a cero. Obsérvese, para que el dispositivo se complete, que

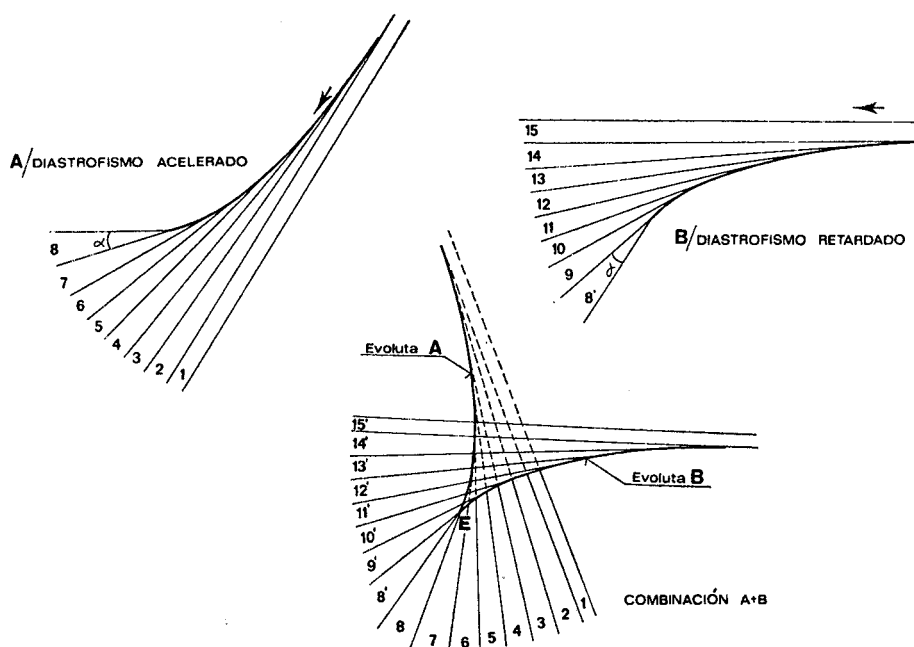


FIG. 6.  
(Explicación en el texto)

estructura sedimentaria resultante está en relación con la velocidad de la deformación tectónica T y la velocidad S de sedimentación, es decir: T/S. Así, en los litosomas en forma de cuña, el ángulo de apertura  $\alpha$  será tanto más abierto cuanto más rápida sea T, si consideramos que el volumen de sedimentos S aportados se mantiene constante.

En una fase orogénica se tiene una etapa de aceleración diastrófica, un máximo de actividad, seguida de otra en desaceleración. Si de la relación T/S, se mantiene S constante, la etapa de aceleración ori-

al colocarse adyacente el abanico de cuñas B con el infrayacente A es necesario que se haya erosionado la parte situada por encima de la evoluta B, truncando las cuñas del abanico A. Queda así demostrada la posibilidad de que en el seno de una discordancia progresiva se forme una discordancia angular, cuya "penetración" está impuesta por la posición del eje E, y la posición stratigráfica coincide con la cuña de máxima apertura  $\alpha$ , es decir, en el momento de máxima actividad tectónica. El paleo-relieve y la inclinación de la superficie de erosión, pueden ser muy variables.

El dispositivo del modelo, representado en las figuras 6 y 7, puede variar substancialmente si consi-

(\*) Para un autor inglés o americano, el término discordancia progresiva aún no ha sido traducido o adoptado; pero tal disposición sedimentaria sería llamada *cumulative wedging out*.



deramos la longitud relativa de las evolutas; o que una de ellas sea nula; o, que ambas lo sean. En el primer caso se pierde la disposición en *offlap* o en *onlap* de la estructura sedimentaria. En el segundo caso, en que ambas evolutas se anulen, caso límite, el eje E de articulación se convierte en un simple eje de rotación.

3.2. Se concluye así que la presencia de discordancias angulares sintectónicas (\*) como es el caso de las descritas, en el Cardener: la del Tossal de Vall-Llonga (§ 2.3.2) y del Codó (§2.3.3) —son un fenómeno íntimamente ligado y subordinado al desarrollo de las discordancias progresivas y que tienen una marcada polaridad dentro de la estructura sedimentaria, ya que están abiertas en dirección opuesta a la vergencia, o si se quiere, hacia el lado de donde vienen los empujes tectónicos. La colocación estratigráfica de estas discordancias angulares, por debajo del eje de articulación E de las evolutas, y hacia el centro de la cubeta sedimentaria, está señalada cada una por una capa (en el Cardener por el nivel C y la capa de "El Castell") que se caracteriza, junto con las vecinas, por presentar caracteres detríticos de gran proximidad (§ 2.2), con predominio de elementos detríticos locales de gran tamaño, arrancados del talud tectónicamente activo, fuerte heterometría, carácter brechoso; presencia de cantos arcillosos, etc. Dichas

un abanico de capas truncado por la erosión; y éste puede pasar inadvertido si la convergencia es débil, o no se tengan afloramientos extensos y profundos.

Además, el eje de articulación de las evolutas E puede tener un buzamiento axial (*plunge*) que determine la aparición de una discordancia angular en el interior de la discordancia progresiva. En esencia, el carácter de este buzamiento axial va ligado a la relación T/S. Se produce descenso del eje si la actividad diastrófica T aumenta y la velocidad de sedimentación disminuye; con lo cual tendremos, en la cartografía de detalle, el *paso lateral de discordancia progresiva a discordancia angular*. En el área del Alto Cardener tales pasos laterales quedan muy patentes en la cartografía. Ya hicimos notar que se registra una sensible reducción de potencias entre los niveles B y D (ver § 2.3.2) de E a W, unos 400 m en 4 km (un 10 por ciento de gradiente), y además hacia el Oeste, el frente de cabalgamiento de la Serra de Querol está mucho más próximo (en Coll de Jou) y pudo haber actuado más intensamente la actividad tectónica; es decir aumentando T/S.

Los abanicos de capas de las discordancias progresivas, en este caso descrito, pasan a formar un conjunto paralelamente estratificado hacia el centro de la cubeta terciaria del Ebro. Pero en la misma región, como ya lo observó BIROT, en 1937, y más

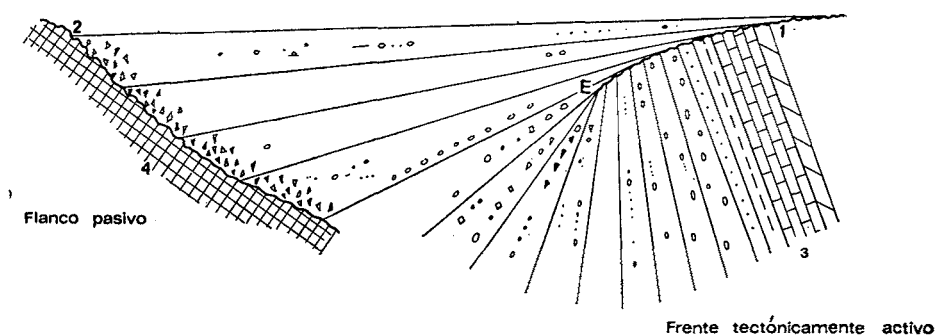


FIG. 7. — Modelo de discordancia progresiva. Explicación: 1. Discordancia angular sintectónica; 2. Discordancia angular del flanco pasivo, de tipo escalante; 3. Serie preorogénica; 4. Substrato y relieve fosilizado por los sedimentos sintectónicos.

capas y las discordancias angulares, dentro de la serie local pueden señalar los momentos de máximo diastrófismo. En el Alto Cardener los 2.500 m de la serie detrítica continental comprensiva del Priaboniense inf. al Stampiense, han sido tres las fases tectónicas registradas en ella, como ya se había dicho (RIBA, 1967).

Parece obvio decir que, si el eje de articulación E de las evolutas está por encima de la superficie topográfica, la discordancia angular desaparece, quedando

recientemente SOLÉ SUGRAÑES (1971), las capas de los abanicos de cuñas pueden descansar sobre el substrato preorogénico con cierto ángulo, constituyendo una discordancia angular, por efecto del avance deposicional del conjunto de conos de deyección, que GRABAU (1924, Ch. XVIII, fig. 153 a) llamó *non marine progressive overlap*, y que nosotros ya encontramos, en condiciones de exposición inmejorables en los conglomerados de Els Collegats (ROSELL y RIBA, 1966). Este recubrimiento discordante de lo que podemos llamar el *frente pasivo* del dispositivo general de la discordancia progresiva, en algunos casos fosiliza verdaderos paleorreliques; y si la deposición ha tenido lugar en un surco sinclinal, con un

(\*) Un rasgo distintivo de las discordancias sintectónicas, consiste en que solamente son discordancias de buzamiento (*dip unconformities*); para distinguirse de las demás por serlo de buzamiento y rumbo (*dip and strike unconformities*). Son las *monodiscordancias* y *bidiscordancias* que el Prof. N. LLOPIS LLADÓ, había propuesto en un escrito que no llegó a publicar y nos había confiado su consulta.

flanco activo, y otro pasivo, el *progressive overlap* asciende por la vertiente opuesta al de la discordancia progresiva (fig. 7), dando lugar a una *discordancia escalante* (*climbing unconformity*). Estas discordancias, de plano muy inclinado, en la zona prepirenaica suelen estar revestidas de un regolite o de una brecha de talud (BIROT, 1937; REILLE, 1971). En la estratificación siempre hay que tener en cuenta el buzamiento sedimentario, ya que de lo contrario pueden interpretarse paleorrelieves de exagerada magnitud (REILLE, 1971, p. 136 y ss., fig. 55).

#### 4. CONCLUSIONES

4.1. *Conclusiones de orden general.* — 1. — El modelo de discordancia sintectónica de tipo progresivo, tiene en cuenta la disposición *offlap-onlap* de los sistemas de cuñas, relacionadas con las etapas de aceleración-retardo de la fase orogénica. El dispositivo tiene una marcada polaridad, y en él podemos distinguir un frente tectónicamente activo (constituyendo un abrupto), de un flanco pasivo. 2. — Teniendo en cuenta estos factores, en el seno de una discordancia progresiva se puede generar una discordancia angular que coincide con el momento de máximo diastrofismo. La abertura de tal discordancia se realiza en sentido contrario al de la vergencia, y ésta no rebasa el eje E de articulación de las evolutas. 3. — Lateralmente, se puede pasar de una discordancia angular sintectónica a una discordancia progresiva si la actividad tectónica y la velocidad de sedimentación varían; y ello está relacionado con el buzamiento axial (*plunge*) del eje E de articulación de las evolutas. 4. — El dispositivo del modelo de discordancia progresiva, puede cambiar substancialmente según la extensión e inclinación de las evolutas. Si éstas se anulan, E pasa a ser un eje de rotación simple de la discordancia progresiva. 5. — La datación de las discordancias progresivas (dentro de la serie local estratigráfica), proponemos se haga teniendo en cuenta las cuñas de máxima abertura, o el emplazamiento de la discordancia angular sintectónica. 6. — En el flanco o lado pasivo de la discordancia progresiva, se pueden generar discordancias angulares (*progressive overlap*), fosilizantes, que en algunos casos recubren un abrupto o vertiente (discordancias escalantes), revestidas por una brecha de talud. 7. — Hay correlación entre los momentos de máxima actividad tectónica y la naturaleza de los depósitos con mayor clasticidad, y predominancia de elementos de origen local.

4.2. *Conclusiones locales.* — 1. — En el Alto Cardener, y dentro de la serie Priaboniense inf.-Stampiense, quedan individualizadas tres discordancias, que corresponden a tres fases orogénicas, cuya datación es delicada por falta de apoyo paleontológico. La de Codó (o Capella d'en Codina) puede ser finiocena, las otras dos, intra-oligocenas, pre-stampien-ses. Antes de ésta, está emplazada la discordancia principal pirenaica, del Eoceno medio, señalada, por BIROT y SOLÉ SUGRAÑES; además, de otra post-stampiense, que habrá plegado el sinclinal de Busa. 2. — La discordancia del Codó, es una discordancia progresiva compuesta. La discordancia del Tossal de Vall-Llonga, es una discordancia deformada por efecto de la fase subsiguiente.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ASHAUER, H. (1934): Die östliche Endigung der Pyrenäen. *Beitr. Geol. Mediterrangebiet*, n.º 11. *Abh. Ges. Wiss. Göttingen. Math.-Phys. Kl. III*, Heft 10, Berlín. Trad. *Publ. Alem. Geol. Esp.*, t. 2, pp. 201-336, 23 figs., 1 lám., 3 mapas geol. col.
- BIROT, P. (1937): Recherches sur la morphologie des Pyrénées Orientales franco-espagnoles. Thèse. Univ. Paris. 311 pp., 65 figs. *Bailliére et Fils. Ed.* Paris.
- REILLE, J. L., SEGURET, M. (1969): Sur la présence d'olistolithes dans l'Eocène marin de la Sierra del Cadí (versant Sud des Pyrénées orientales) et sur leur signification. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 268, pp. 1845-1848, 1 fig.
- REILLE, J. L. (1971): Les relations entre tectogénese et sédimentation sur le versant sud des Pyrénées centrales. D'après l'étude des formations tertiaires essentiellement continentales. *Thèse. Univ. Montpellier*, 330 pp., 109 figs.
- RIBA, O. (1967): Resultados de un estudio sobre el Terciario continental de la parte Este de la Depresión Central catalana. *Acta Geol. Hisp.*, a. 2 (1) pp. 1-6, 2 figs. Barcelona.
- RÍOS, J. M., ALMELA, A., GARRIDO, J. (1943): Contribución al conocimiento de la zona sub-pirenaica catalana. 1.ª parte: Observaciones geológicas sobre el borde sur de los Pirineos Orientales. *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. 56, pp. 337-389, 4 figs., 5 láms. pleg. con 5 mapas y cortes, 7 láms. Madrid.
- ROSELL, J., RIBA, O. (1956): Nota sobre la disposición de los conglomerados de la Poble de Segur. *Act. "V Congr. Inst. Est. Pirenaicos. Jaca-Pamplona"*, 1966, p. 16, 2 mapas, 3 figs., 4 fotos. Zaragoza.
- SEGURET, M. (1970): Étude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant Sud des Pyrénées. Caractère synsédimentaire, rôle de la compression et de la gravité. Thèse. Fac. Sc. Montpellier, 224 pp., 73 figs., 3 láms.
- SOLÉ SUGRAÑES, L. (1970): Estudio geológico del Prepirineo entre los ríos Segre y Llobregat. Tesis Univ. Barcelona (inédita), 495 pp., 60 figs., 7 láms., 1 mapa geol. col. E. 1:50.000.
- SOLÉ SUGRAÑES, L. (1972): Nota sobre una discordancia en el Eoceno medio del Prepirineo oriental. *Acta Geol. Hisp.*, a. 7 (1), pp. 1-6, 1 fig. Barcelona.