

Estructura de la Cadena Prelitoral Catalana entre el Llobregat y el Montseny

Structure of the Catalan Pre-litoral Range between the Llobregat and the Montseny

X. Berástegui, M. Losantos, C. Puig y J. Casanova.

Servei Geològic de Catalunya-ICC. Parc de Montjuïc. 08038 Barcelona

ABSTRACT

It has been largely demonstrated that basement thrust-slices were emplaced over the southeastern margin of the Ebro basin during Eocene times (Fontboté, 1954) due to sinistral, convergent wrenching in a north-south regional shortening context (Julià y Santanach, 1984; Guimerà, 1984), and that the deformation migrated from the northern to the southern areas through the active margin (Anadón et al., 1985). Three groups of compressional structures deform the basin margin in the area between Vacarisses Slice and Montserrat. Subsequently to emplacement, continental syntectonic, sediments were deposited in the adjacent areas of the basin, which together with the unconformities bounding their depositional sequences, recorded the evolution of the deformation along the time. Thus, in a first step, a pile of north-verging thrust slices, involving the basement and the Triassic-Paleocene cover, were emplaced in a piggyback sequence; in a second step, the northwards progression of the system was partially blocked, and the previous structures were deformed by backthrusts involving Triassic and the deposited Eocene cover; and in a third step, as the system was completely blocked, formed a basement-involving fold, which southern limb evolved to a basement-involving thrust, and emplaced, in an overstep sequence, Paleozoic slices over the previously deformed basin margin. The emplacement of such basement slices at different heights in the sedimentary record, together with the trace in map view of the segments forming the Vallès fault, suggest a positive flower geometry for the main original wrench fault. We relate these three steps to the migration of the deformation proposed by the aforementioned authors. During the Neogene, the most internal structures with suitable dips were inverted. As a consequence, the segments forming the old strike-slip fault were transformed in overstepping normal-fault segments, linked by relay ramps. Seismic and field data show that one of these ramps corresponds to the "Llobregat fault".

Key words: *Thrust, basement-involving fault, syntectonic sediments, inversion, extensional faulting.*

Geogaceta, 20 (4) (1996), 796-799
ISSN: 0213683X

Introducción

Las publicaciones más recientes sobre la estructura de las Cadenas Costeras Catalanas entre la sierra de les Pedritxes y la zona de enlace con la Cadena Ibérica (Julià y Santanach 1984; Guimerà, 1984; Anadón *et al.*, 1985), demuestran que el emplazamiento de láminas cabalgantes de materiales del zócalo paleozoico sobre el margen meridional de la cuenca del Ebro, se produjo durante el Paleógeno en un contexto tectónico de transpresión o *convergent wrenching* sinistral.

La realización del Mapa Geológico de Cataluña a Escala 1/25.000 comporta la cartografía geológica a escala 1/10.000 de las zonas con más actividad humana alrededor de Barcelona. Su desarrollo ha posibilitado el estudio detallado de una zona de la Sierra Prelitoral comprendida entre el Llobregat y la sierra de les Pedritxes (area recuadrada en la Fig. 1). Los resultados obtenidos facilitan una in-

terpretación que se encuadra en un modelo geológico del sector septentrional de las Cadenas Costeras Catalanas.

La zona de Vacarisses

La estructura general de la zona (Fig. 1), descrita por Fontboté (1954), consiste en un sinforme de dirección NE-SO vergente hacia el NO, formado por materiales paleozoicos y sedimentos de una cobertera que incluye el Triásico, parcialmente erosionado bajo los sedimentos continentales paleocenos (Fm. Mediona), y eocenos; (Anadón *et al.*, 1985). El flanco sur está invertido y es cabalgado por los materiales paleozoicos que forman la sierra de les Pedritxes. El límite meridional de este conjunto de estructuras es la actual falla del Vallès.

En detalle (Fig. 2 y 3), el flanco SE del sinforme en la zona de Vacarisses está formado por un apilamiento complejo de láminas

cabalgantes menores de las cuales, las inferiores involucran basamento y parte de la cobertera triásica y tienen vergencia hacia el NO y las superiores, vergentes hacia el SE, sólo involucran cobertera; con respecto a las anteriores, las fallas que las limitan son retrocabalgamientos. Ambos grupos de estructuras producen duplicaciones de niveles completos del Trías. Todo el conjunto está plegado y cabalgado por los materiales paleozoicos mencionados, los cuales están, a su vez, estructurados en, al menos, dos láminas cabalgantes de orden menor.

El núcleo del sinforme está formado por sedimentos continentales paleógenos (Anadón *et al.*, 1985), dispuestos en tres grupos de capas grano y estrato-decrecientes, que se pueden seguir a lo largo de todo el margen, limitados por discordancias a escala de la cartografía (Fig. 2). El grupo más antiguo está constituido por las brechas del Cairat, el segundo conjunto está formado por las arenis-

cas de la Salut y los conglomerados de Sant Salvador de les Espases, y el conjunto más moderno son los conglomerados del Pla de les Bruixes o nivel más bajo del abanico de Montserrat. Los dos últimos grupos están separados por una brecha (brechas de la Torre), de geometría lenticular y unos 400 metros de potencia máxima, sin estructura interna; la cantidad de matriz arcillosa aumenta en detrimento del tamaño y cantidad de los cantos al alejarse de los límites de las láminas cabalgantes de paleozoico, y el conjunto acaba acunándose por completo. Asimismo se observa que estas brechas están estructuralmente por debajo de los materiales paleozoicos, y que el contacto entre ellos es un cabalgamiento subhorizontal. Intercalado en la serie de conglomerados de Sant Llorenç del Munt, aflora otro nivel de brechas similares, cuya área fuente son también los materiales paleozoicos de la sierra de les Pedritxes.

Evolución tectono-estratigráfica

Las estructuras descritas y su disposición geométrica, se interpretan como el resultado de tres estadios de deformación sucesivos, en contextos tectónicos distintos, que se sucedieron en el tiempo durante el Eoceno.

En un primer estadio, durante el Eoceno inferior, en un régimen compresivo, se generó un apilamiento de láminas cabalgantes que involucraron materiales del zócalo paleozoico y la cobertera triásica y paleocena, vergentes hacia el NO, que se emplazaron en una secuencia de bloque inferior. Este evento quedó registrado por las brechas del Cairat y la discordancia que las limita por su base (Anadón *et al.*, 1995). En un segundo estadio, probablemente debido a la todavía reducida potencia de la cobertera, la progresión del sistema hacia cuenca quedó bloqueada, generándose cabalgamientos dirigidos hacia el SE (retrocabalgamientos) que involucraron materiales de la cobertera, duplicando las series del Triás; este evento fué registrado por los conglomerados de Sant Salvador de les Espases, discordantes sobre los sedimentos finos de la Formación de la Salut; este estadio probablemente tuvo lugar en un régimen de transpresión. En un tercer estadio, probablemente muy cerca en el tiempo, el sistema quedó completamente bloqueado, la deformación continuó y se formó un pliegue que involucró al basamento, a las estructuras generadas anteriormente y a la cobertera depositada hasta entonces; el pliegue evolucionó a una falla inversa y se generaron los cabalgamientos que emplazaron, en una secuencia de bloque superior, los materiales paleozoicos sobre los sedimentos anteriores; dicho emplazamiento, que tuvo lugar en un ambiente subaéreo, debió ser extremadamente rápido al principio, como parece ser sugerido por la ausencia de estructuras inter-

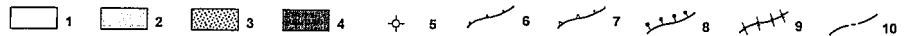
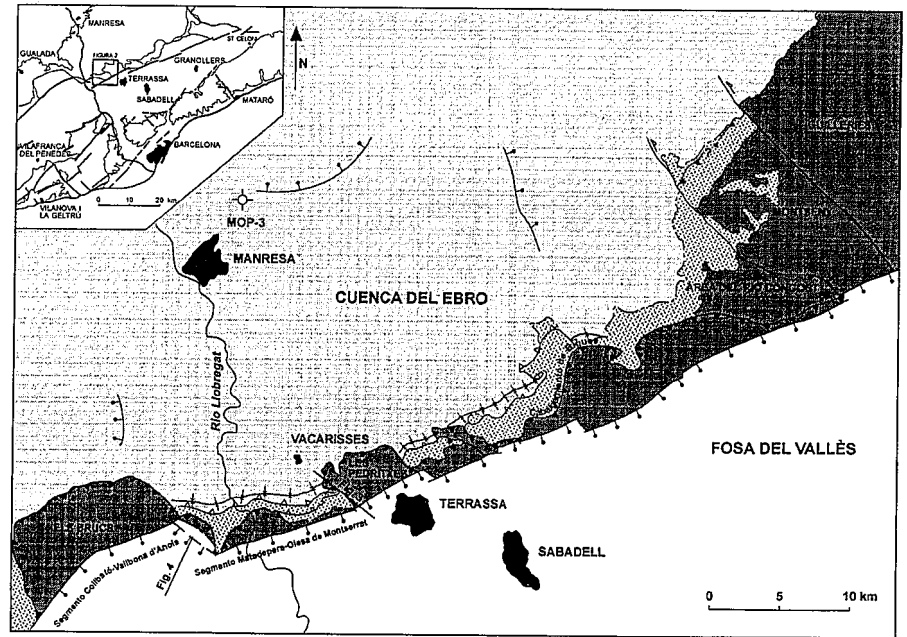


Fig. 1.- Mapa de situación y esquema estructural. Clave: 1 Neógeno y Cuaternario; 2, Paleógeno; 3, Triásico y Paleoceno; 4, Zócalo; 5, Sondeo; 6, Cabalgamiento; 7, Retrocabalgamiento; 8, Falla normal; 9, Eje sinforme; 10, Discordancia.

Fig. 1.- Location map and structural sketch. Key: 1, Neogene and Quaternary; 2, Palaeogene; 3, Triassic and Palaeocene; 4, Basement; 5, Exploration well; 6, Thrust; 7, Backthrust; 8, Extensional fault; 9, Sinform axis; 10, Unconformity.

nas sedimentarias en las brechas de la Torre, depositadas como respuesta inmediata al mismo. En contraste, los conglomerados de Montserrat y Sant Llorenç del Munt (Eoceno medio hasta Oligoceno) denotan una comparativamente mucho mejor estructuración de la red de drenaje.

Estructura general de la zona entre el Llobregat y el Montseny.

La zona de Matadepera-Castellar del Vallès, descrita recientemente por López-Blanco (1994), tiene una estructura similar a la de la zona de Vacarisses, si bien este autor interpreta que todos los cabalgamientos tienen vergencia hacia el NO. El límite oriental de esta zona es un cabalgamiento vergente hacia el NO, que superpone rocas graníticas sobre el margen meridional del sinforme (cabalgamiento de Bigues). Entre este cabalgamiento y el Montseny, existe una zona (área del río Congost) en la cual los materiales paleozoicos y su cobertera triásica se pueden considerar autóctonos relativos. El límite entre esta zona y el conjunto del Montseny, que incluye en su parte frontal el área deformada del Brull, es una falla o un conjunto de fallas orientadas NO-SE las cuales, con respecto a los sedimentos de la cobertera triásico-paleógena, son de salto en dirección sinistras y tienen un desplazamiento cal-

culado en planta del orden de 4 km. La cartografía 1/25.000 de la zona de Amer-Guilleríes (SGC, en prensa) ha confirmado que el límite oriental del conjunto Montseny-Guilleríes es otra falla o conjunto de fallas que, si bien durante la extensión neógena actuaron como fallas normales, con respecto a los sedimentos de la cobertera paleógena, son de salto en dirección dexas.

Los sedimentos continentales eocenos adosados al flanco septentrional del conjunto Montseny-Guilleríes (formaciones Vilanova de Sau; Ilerdiense Superior y Romagats; Ilerdiense terminal-Cuisiense-Luteciense medio; Colombo, 1980), buzan suavemente hacia el NO, no estando involucrados en deformaciones de la complejidad de las descritas en otros sectores.

Esto sugiere que el conjunto Montseny-Guilleríes pudo emplazarse, de SE a NO, (durante el Ilerdiense Inferior?) como un *indentor*, deformando los materiales triásicos y posiblemente los paleocenos de la cobertera de su bloque inferior, como se aprecia en el sector sur-occidental de la estructura (zona de El Brull). La erosión de la mayor parte de las estructuras generadas en las zonas frontales habría quedado registrada por los materiales de la Fm. Vilanova de Sau, a su vez erosionados por parte de los conglomerados de Romagats. Tal vez algunos remanentes de dichas estructuras estarían recubiertos en discordan-

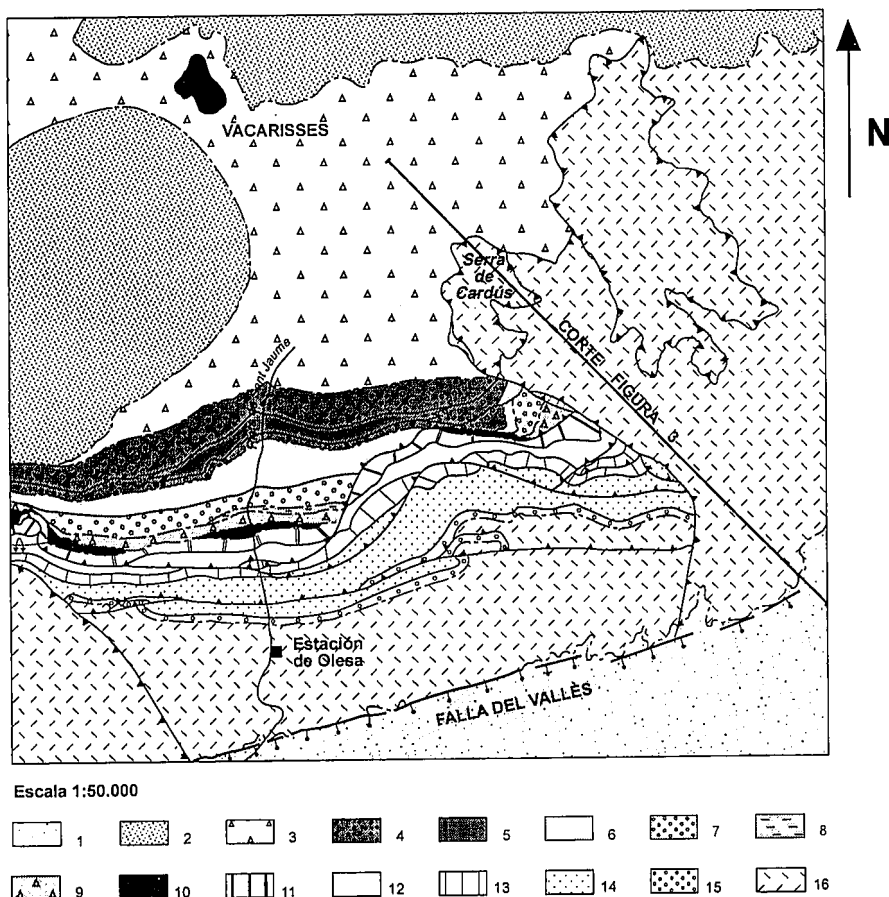


Fig. 2.- Mapa geológico de la zona de Vacarisses. Clave: 1, Neógeno; 2, Conglomerados de Montserrat/St. Llorenç; 3, Brechas de la Torre; 4 y 5, Conglomerados de St. Salvador de les Espases; 6 y 7, Formación de la Salut; 8 y 9, Brechas del Cairat; 10, Formación de Mediona; 11, 12 y 13, Muschelkalk; 14 y 15, Buntsandstein; 16 Paleozoico.

Fig. 2.- Geologic map of the Vacarisses area. Key: 1, Neogene; 2, Montserrat/St. Llorenç conglomerate; 4 and 5, St. Salvador de les Espases conglomerate; 6 and 7, La Salut Formation; 8 and 9, El Cairat breccia; 10, Mediona formation; 11, 12 and 13, Muschelkalk; 14 and 15, Buntsandstein; 16, Paleozoic.

cia por los sedimentos que forman la zona sur-oriental de la plana de Vic.

La actual elevación sobre el nivel del mar de los materiales que forman el margen oriental de la cuenca del Ebro ha sido atribuida, al menos en parte, al levantamiento de los flancos de la cuenca Catalano-Balear asociado a la extensión neógena (Watts y Torné, 1992; Jensen *et al.*, 1995).

Las fallas del Vallès y del Llobregat

Cartográficamente la actual falla del Vallès está formada por segmentos de dirección NE-SO, desplazados los unos respecto de los otros de manera escalonada en una dirección perpendicular a ellos (Fig. 1). Esta geometría fué atribuida a la existencia de importantes fallas de desgarre de dirección NO-SE, la mayoría dexas, que involucraban al zócalo y que habían sido activas desde el Mesozoico, estructurando los Catalánides en un conjunto de dominios paleogeográficos (Anadón *et al.*, 1979). Sin embargo, los perfiles de sismica de reflexión disponibles en el área de la "falla del Llobregat" (Bartrina *et al.*, 1992); ver situa-

ción en Fig. 1) no indican ninguna falla importante de dirección NO-SE, sino una inflexión del zócalo y de las capas del Mioceno, que buzaban hacia el SO (Fig. 4). Las cartografías 1/10.000 de la zona (SGC, inédito) y 1/25.000 (SGC, en prensa), demuestran una distribución de buzamientos coherentes con dicha geometría, y también la existencia de una falla de carácter local, de dirección NO-SE que, con un desplazamiento vertical de unos 200 metros (no visible en el perfil disponible), hunde relativamente el bloque SO e involucra materiales miocenos. En esta zona se desarrollaron, durante el Cuaternario antiguo, un sistema aluvial cuyos elementos tienen un sentido de progradación hacia el SE, y facetas triangulares en la vertiente SO de la montaña de Montserrat.

La disposición geométrica descrita debe interpretarse como una rampa de relevo que buza hacia el SO, por la cual se transfiere la deformación entre los segmentos Matadepera-Olesa de Montserrat y Collbató-Vallbona d'Anoia. La zona más alta de la rampa está rota por una fa-

lla menor de dirección NO-SE que conecta ambos segmentos. Los rasgos morfológicos mencionados sugieren que esta falla es relativamente reciente, tal vez posterior al Mioceno.

Conclusiones

La evolución de la deformación en el sector comprendido entre el Llobregat y les Guilleríes se enmarca dentro del modelo general propuesto por Anadón *et al.* (1979), Julià y Santanach (1984), Guimerà (1984) y Anadón *et al.*, (1985).

A principios del Eoceno Inferior se generaron en el borde meridional de la cuenca del Ebro cabalgamientos vergentes hacia el noroeste que, involucrando materiales del basamento paleozoico y de la cobertera triásico-paleocena, evolucionaron en una secuencia de bloque inferior. En este contexto pudo emplazarse el actual conjunto Montseny-Guilleríes. Posteriormente, en un contexto tectónico de transpresión sinistral, se deformaron las estructuras precedentes, la progresión de las estructuras en dirección a la cuenca quedó bloqueada y en la zona de Vacarisses se generaron inmediatamente retrocabalgamientos (*out of the syncline*) activos que involucraron sólo cobertera.

El emplazamiento de los dos grupos de estructuras fué registrado por la deposición de sedimentos clásticos continentales organizados cíclicamente; la base de cada uno de los ciclos está limitada por una discordancia o una disconformidad visibles en las áreas proximales, que pasan a paraconformidades en las distales.

Seguidamente, la progresión de las estructuras anteriores quedó bloqueada por completo y, dentro del mismo contexto transpresivo, se generaron cabalgamientos y fallas inversas de alto ángulo vergentes hacia el noroeste, que emplazaron materiales del zócalo paleozoico sobre los precedentes, en una secuencia de bloque superior. Esto quedó registrado por cuerpos de brechas de geometría lenticular, intercalados en la serie sedimentaria sintectónica a diferentes alturas, que se acuñan lateralmente y son sustituidos por paraconformidades.

El emplazamiento de láminas de zócalo a diversas alturas de la serie estratigráfica sintectónica es coherente con una geometría en flor positiva de la falla original de salto en dirección.

Finalmente, en el contexto tectónico de extensión que afectó al Mediterráneo occidental durante el Neógeno, las estructuras con un buzamiento adecuado fueron invertidas, generándose la actual fosa del Vallès (Fontboté, 1954). Probablemente, la traza cartográfica de la falla de salto en dirección

principal no sufrió variaciones importantes durante la inversión (Anadón *et al.*, 1995), conservándose la disposición en segmentos escalonados de la estructura en flor original. La deformación producida por las estructuras neógenas se transfirió, entre los distintos segmentos que forman la actual falla del Vallès, a través de rampas de relevo (Peacock y Sanderson, 1994). La sísmica de reflexión disponible, los datos de campo y la cartografía 1/10.000, demuestran que la actual "Falla del Llobregat" es la expresión de una de dichas rampas de relevo, y que la falla de carácter local observada de dirección NO-SE que conecta los segmentos Matadepera-Olesa de Montserrat y Collbató-Vallbona d'Anoia, puede haber sido activa hasta después del Mioceno.

Agradecimientos

A Cai Puigdefàbregas, a Montse Torné y a Lluís Cabrera por los comentarios y sugerencias a la primera redacción del manuscrito.

Referencias

Anadón, P., Colombo, F., Esteban, M., Marzo, M., Robles, S., Santanach, P. y Solé Sugranyes, L.I. (1979): Acta Geol. Hisp., tomo homenaje a Lluís Solé i Sabarís. 14, 242-270.
 Anadón, P., Cabrera, L., Guimerà, J. y Santanach, P. (1985): Spec. Publ. Econ. Paleont. Mineral. 37, 303-318.
 Bartrina, M.T., Cabrera, L., Jurado, M.J., Guimerà, J. y Roca, E. (1992): Tectonophysics, 203, 219-247.
 Colombo, F. (1980): Tesis Univ. Barcelona, 609 p.
 Fontboté, J.M. (1954): R. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo homenaje a D. Eduardo Hernández-Pacheco, 218-310.
 Guimerà, J. (1984): Geol. Mag. 21, 413-420.
 Jensen, N., Torné, M., Cloeting, S. y Banda, E. (1995): Earth Pl. Sci. Letters 119, 585-597.
 Julià, R. y Santanach, P. (1984): I Congr. Esp. Geol. 1, 47-59.
 López-Blanco, M. (1994): Geogaceta, 16, 43-46.
 Peacock, D.C.P. y Sanderson, D.J. (1994): AAPG Bull. 78, 2, 147-165.
 SGC (a, en prensa): Hojas 295-1-1 y 295-1-2, M.G.C. 1/25.000.
 SGC (b, en prensa): Hoja 392-1-2, M.G.C. 1/25.000.
 SGC (inédito): Hojas 392-1-3 y 392-2-3, M.G. 1/10.000.
 Watts, A.B. y Torné, M. (1992): Jour. Geophys. Research. 97, B3, 20021-20043.

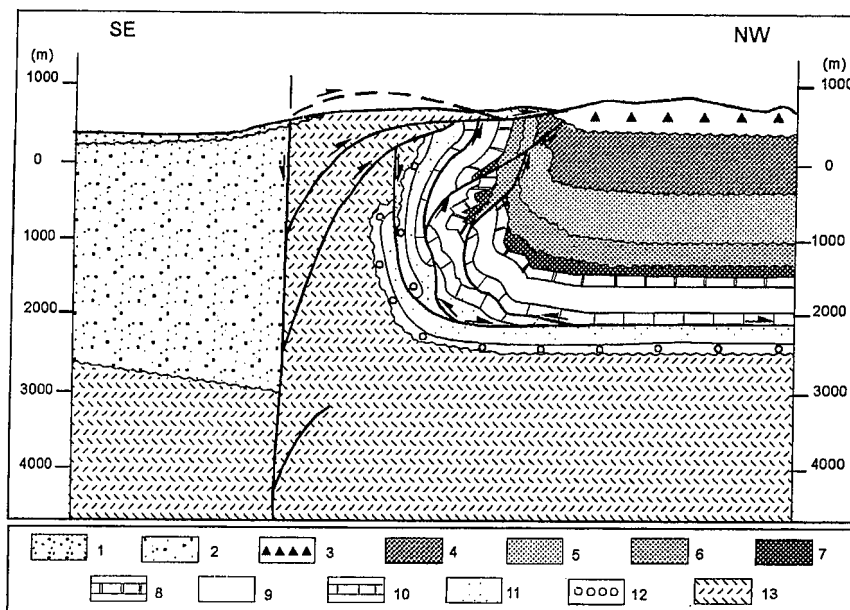


Fig. 3.- Corte geológico (ver situación en Fig. 2). Clave: 1, Cuaternario; 2, Neógeno; 3, Brechas de la Torre; 4, Conglomerados de St. Salvador de les Espases; 5, Formación de la Salut; 6, Brechas del Cairat; 7, Formación de Mediona; 8, 9 y 10, Muschelkalk; 11 y 12, Buntsandstein; 13, Paleozoico.

Fig. 3.- Geological cross-section (see location on Fig. 2). Key: 1, Quaternary; 2, Neogene infill of the Vallès graben; 3, La Torre breccia; 4, St. Salvador de les Espases conglomerate; 5, La Salut Fm.; 6, El Cairat breccia; 7, Mediona Fm.; 8, 9 and 10, Muschelkalk; 11 and 12, Buntsandstein; 13, Paleozoic.

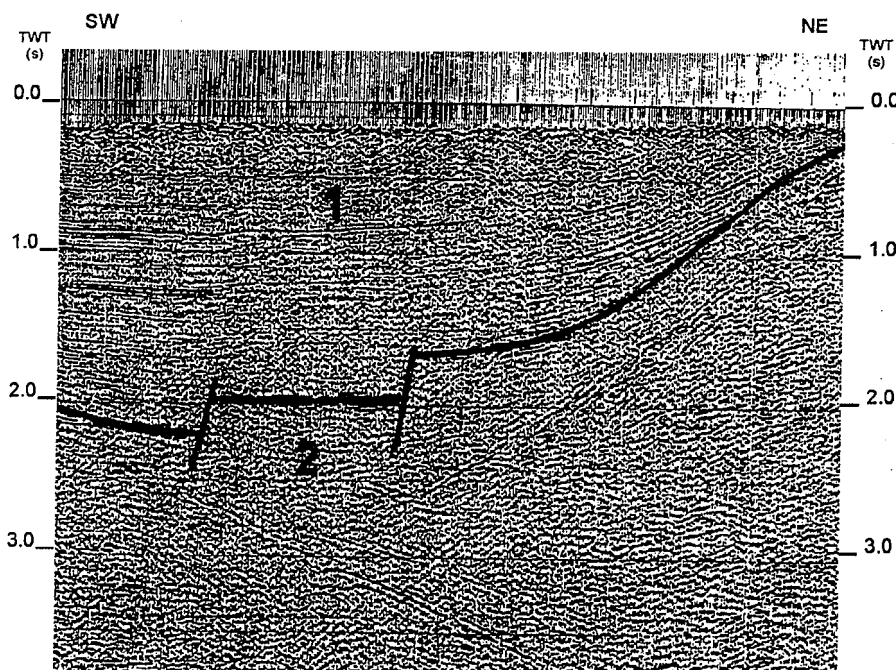


Fig. 4.- Perfil sísmico perpendicular a la "falla del Llobregat" (ver situación en Fig. 1). Clave: 1, Neógeno; 2, Basamento.

Fig. 4.- Seismic profile perpendicular to the "Llobregat fault" (see Fig. 1 for location). Key: 1, Neogene; 2, Basement.