

# Interpretación de subsuelo en la zona del Ripollés (Pirineo oriental) y su aplicación en la prospección petrolífera

*Subsurface deep interpretation of the Ripollés area (Eastern Pyrenees) and its application to oil exploration*

A. Martínez Rius (\*), L. Rivero y A. Casas(\*\*)

(\*) Servei Geològic de Catalunya. ICC Montjuic. 08038 Barcelona

(\*\*) Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Campus de Pedralbes. 08071 Barcelona.

## ABSTRACT

*In the Eastern Pyrenees an excellent petroleum source rock (Armànies Fm) with surface traces exists. The complex thrust-stacking structure and facies changes imply a very difficult surface interpretation. In this work, we present a geological cross-section based on surface data, seismic sections, gravity survey and two oil well sections. We described a suitable structure as oil reservoir.*

**Key words:** Eastern Pyrenees, tectonic, gravity data, seismic data, petroleum, oil reservoir.

*Geogaceta, 20 (1) (1996), 157-160*

ISSN: 0213683X

## Introducción

La existencia en superficie de numerosos indicios de petróleo y de una buena roca madre (formación Armànies), ha motivado, desde hace bastantes años, el interés de prospección de las compañías petroleras en esta zona. Pero la estructura geológica del Pirineo oriental, especialmente la zona de la Garrotxa, es muy compleja y presenta numerosos problemas. Las causas son los numerosos y rápidos cambios de facies, la incorporación en las láminas cabalgantes de las cuencas de antepaís y el no afloramiento de unidades inferiores. El manto del Cadí fue definido en los informes internos de las compañías petroleras, a partir de los datos de subsuelo: líneas sísmicas y sondeos, ya que con los datos de superficie no había suficientes criterios para poderlo demostrar. El hecho de tener que basarse, en gran manera, en los datos de subsuelo, implica una serie de problemas ya que diversos factores dificultan el estudio de esta zona: la poca densidad de líneas sísmicas, su poca definición, la existencia de sólo dos sondeos en las unidades alóctonas y la confidencialidad de los datos de las compañías de petróleo. La renuncia de los permisos por parte de las petroleras, ha permitido acceder a parte de la información del subsuelo que juntamente con los datos gravimétricos, ha permitido la realización de cortes geológicos nuevos, inte-

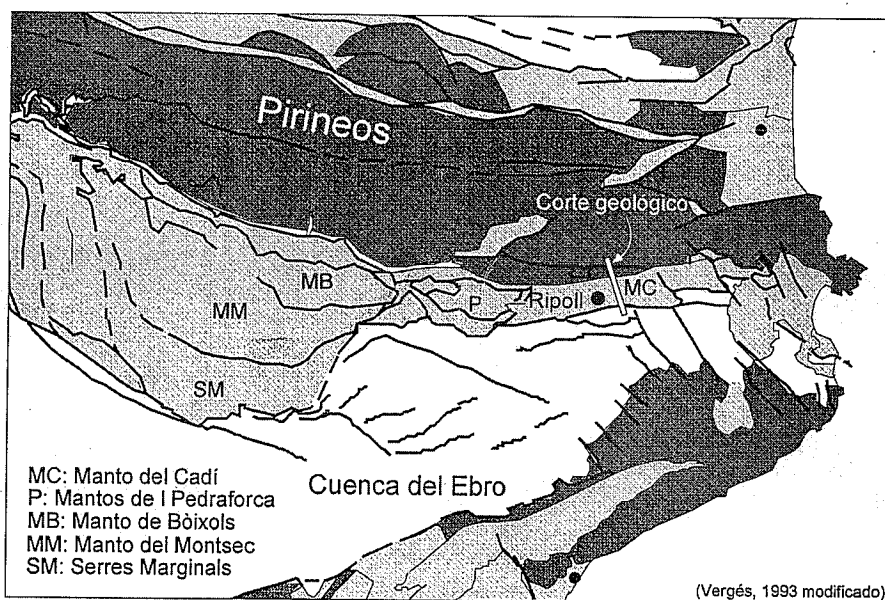


Fig.1.- Mapa geológico del NE de la Península Ibérica, en donde se han representado las unidades parincipales. Situación de la traza del corte geológico descrito en el presente trabajo.

Fig. 1.- Schematic structural map of the NE part of the Iberian Peninsula showing the main units and geological cross-section, under study.

grando toda la información disponible. En este trabajo se presenta un corte N-S en la zona del Ripollés, el cual integra los datos geológicos de superficie, dos sondeos (Riudaura y Serrat), la línea sísmica UTC-101, y un estudio gravimétrico. El objetivo principal de este corte es mostrar la interpretación

geológica del subsuelo de esta zona y su interés desde el punto de vista petrolero.

## Descripción del corte

Este corte está situado en la zona central de los Pirineos orientales

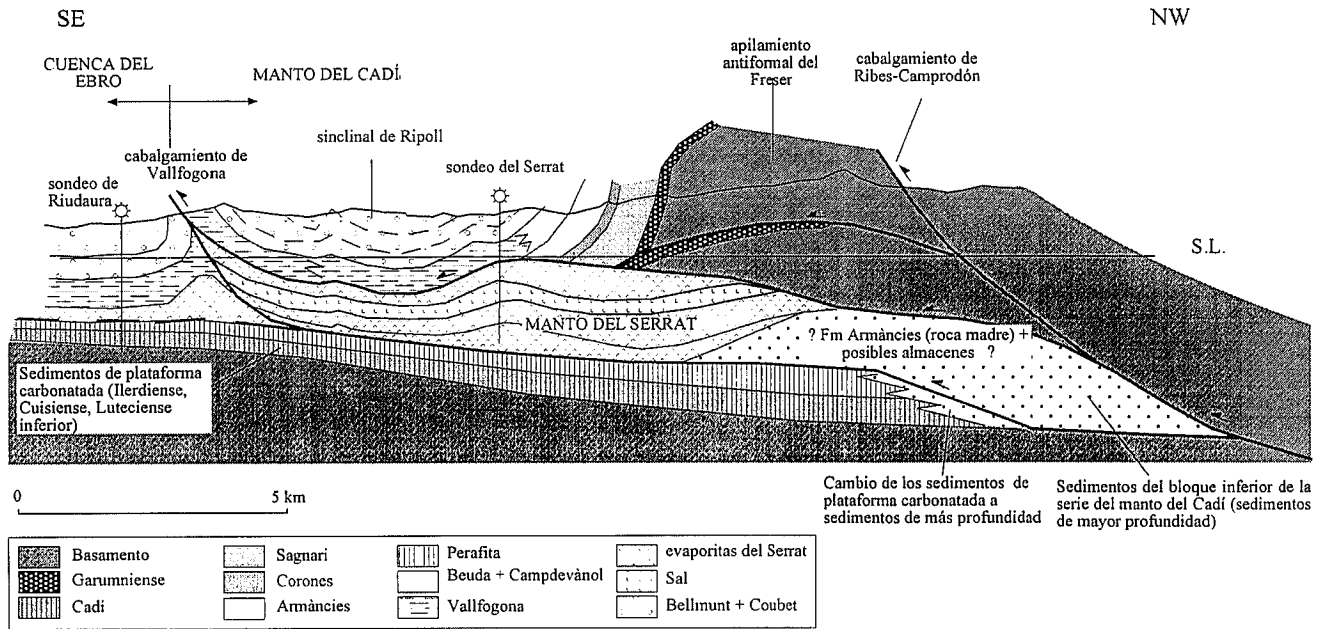


Fig.2.- Corte geológico de la zona del Ripollés, construido a partir de los datos geológicos de superficie, sondeos, líneas sísmicas y los datos gravimétricos. El sondeo Riudaura-1 puso de manifiesto la existencia de la serie reducida del Eoceno inferior-medio en la cuenca del Ebro. El sondeo Serrat-1, evidenció la mayor superficialidad del Manto del Cadí y la existencia de la unidad Serrat, con una potente serie evaporítica. Los materiales sedimentarios correspondientes al bloque inferior del Manto del Cadí, se sitúan debajo del apilamiento del Freser. Esta zona puede ser un buen objetivo en las prospecciones petroleras.

Fig. 2.- Geological cross-section of the Ripollés zone, made from surface geological data, boreholes, seismic lines and gravity data. Riudaura-1 borehole showed the presence of the reduced Lower and Middle Eocene series of the Ebro Basin. Serrat-1 borehole showed the sequence of the Cadí thrust sheet and the presence of the Serrat unit with a thick evaporitic series. The sedimentary rocks corresponding to the footwall of the Cadí thrust sheet, are located under the Fraser antiformal stack. This zone would be a good target for oil exploration.

(Fig.1), caracterizados por la existencia de apilamientos de unidades vergentes hacia el sur. Al norte, se inicia (Fig.2) en el apilamiento antiformal de láminas del Paleozoico superior y Garumniense (*antiformal-stack* del Freser, Muñoz 1985). Hacia el sur se encuentran los materiales del Garumnienense y los del Eoceno, invertidos o buzando fuertemente hacia el sur, hasta formar el sinclinal de Ripoll. En el flanco sur afloran los materiales de la Fm. Vallfogona (margas y niveles de yesos) en el bloque superior del cabalgamiento de Vallfogona y en el bloque inferior, los materiales continentales de la cuenca del Ebro.

Este corte se basa en la línea sísmica UTC-101 (Fig.3), cuyas características generales son: la existencia de unos reflectores inclinados hacia el norte que corresponden a la base del Eoceno, y otros que dibujan el sinclinal de Ripoll. Los reflectores que representan los materiales de la cuenca del Ebro se observan hasta debajo del afloramiento en superficie de los materiales del basamento. Se ha proyectado el sondeo Serrat-1, el cual está formado

por los siguientes tramos: del 0 al 1, (0 -750m) materiales continentales de la formación Bellmunt y el tránsito (Coubet) con una densidad media de 2,6 gr/cm<sup>3</sup>; del 1 al 2, (750 -1000m) yesos de Beuda y turbiditas de Campdevàno, con una densidad media de 2,72 2,6 gr/cm<sup>3</sup>; de 2 a 3 (1000 -1300m), margas y intercalaciones de anhidritas; de 3 al 4 (1300 -1500m), nivel de sales; de 4 a 5 (1500 -2000m) margas y intercalaciones abundantes de anhidritas; de 5 a 6 (2000 -3000m) anhidritas masivas a excepción de la base en donde empiezan margas y alguna intercalación de calizas. El cabalgamiento basal del manto del Cadí, se cortó en el sondeo, en el punto 2 a -1000m, quedando, en el bloque inferior, casi 2000m de evaporitas, correspondientes a una nueva unidad llamada Serrat (Martínez *et al.*, 1989). En la cuenca del Ebro, se ha situado el sondeo de Riudaura, el cual con 2.345m, corta toda la serie autóctona: de 0 a -800m, materiales continentales, de 800 a 1300m, margas y yesos de Vallfogona, de 1300 a 1900, yesos de Beuda, de 1900 a 2300, calizas del Eoceno inferior-medio y

hasta 2345m, materiales continentales del Garumniense y pocos metros de Paleozoico.

**Modelo gravimétrico**

El control que proporcionan los sondeos antes citados y la propia línea sísmica, nos ha permitido acotar mucho el modelo gravimétrico (Fig.4), además en el sondeo Serrat se realizó un density-log, lo que aun permite una acotación mayor de las variables en el proceso de modelización. Un proceso siempre complicado en la modelización gravimétrica es atribuir densidades a los distintos polígonos que intervienen en el proceso, las litologías varían en profundidad y lateralmente, por tanto, todo el muestreo es difícilmente representativo del conjunto de las formaciones. Los materiales detríticos de las formaciones Bellmunt y Coubet (Polígonos "A" y "C"), tienen una densidad media de aproximadamente 2.60 g/cm<sup>3</sup>. Las margas de la formación Banyoles tienen 2.45 g/cm<sup>3</sup>. Las anhidritas superiores perforadas por Serrat-1 tienen una densidad media de 2.75 g/cm<sup>3</sup>, al

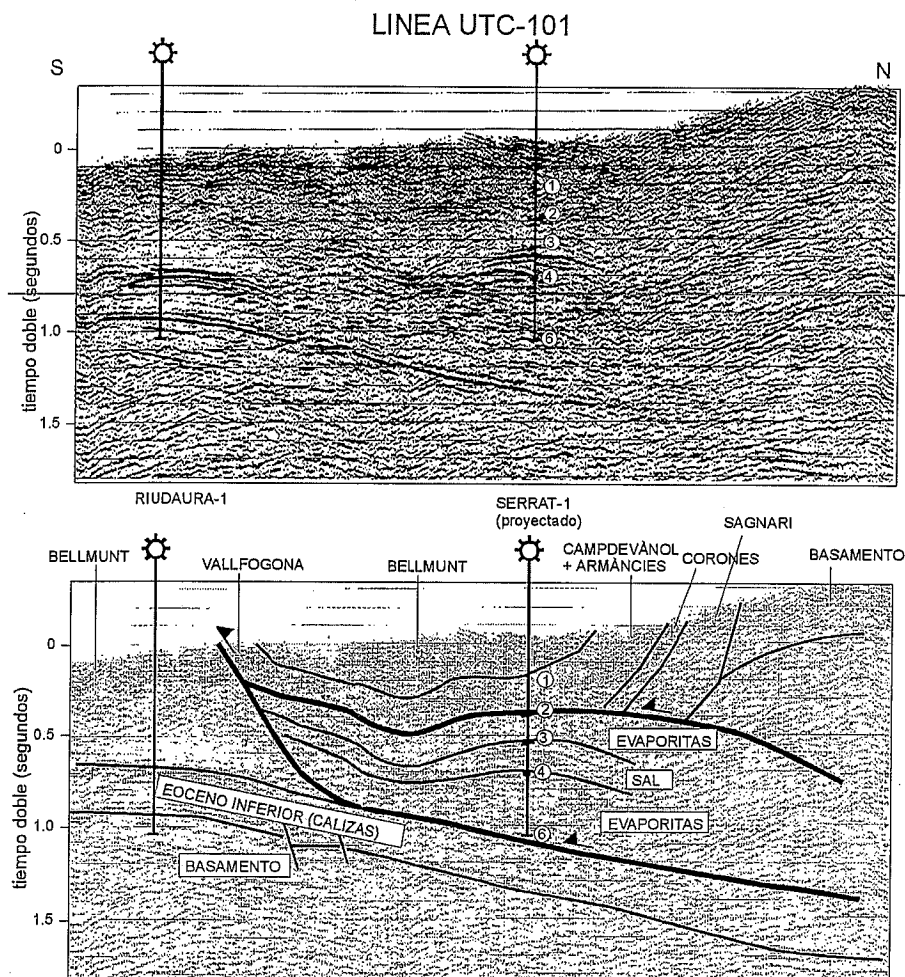


Fig.3.- Línea sísmica UTC-101, la cual ha sido la base para la interpretación de subsuelo del corte geológico. Para describir la serie del sondeo Serrat-1, se han situado unos números de referencia que corresponden a la descripción en el texto.

Fig. 3.- UTC-101 seismic line has been used as a bases for the geological cross-section. In order to describe the series of the Serrat-1 borehole, index numbers are the same as used in the text.

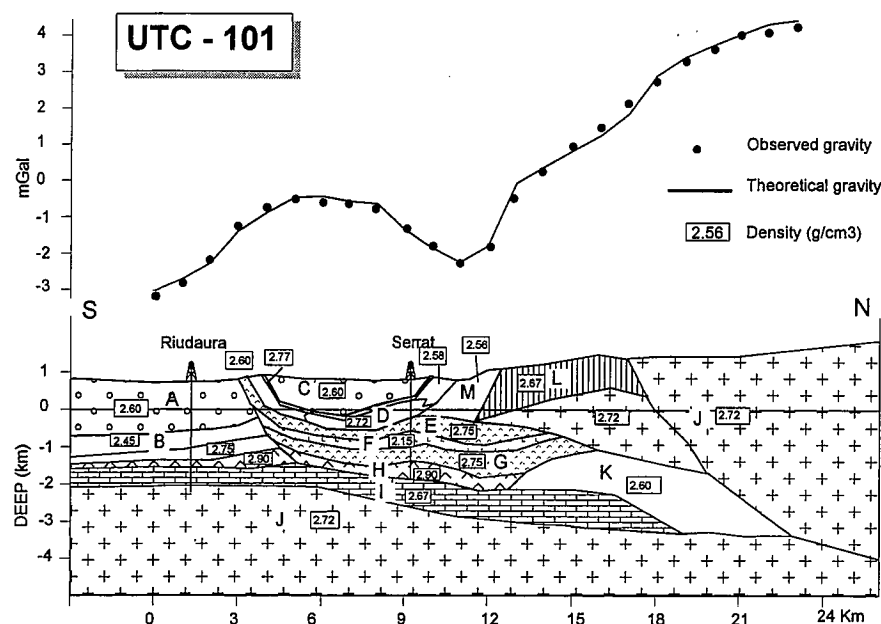


Fig.4 Modelización gravimétrica del corte geológico.

Fig. 4.- Gravity model of the interpreted geological cross-section.

igual que las intermedias (polígonos "E" y "G"). Por contra las anhidritas inferiores no tienen prácticamente arcillas, por lo tanto son más densas, alcanzando  $2.90 \text{ g/cm}^3$  (polígono "H"). Las facies halíticas (polígono "F") tienen un cierto contenido en litologías arcillosas, lo que hace aumentar la densidad media del grupo, que es de aproximadamente  $2.15 \text{ g/cm}^3$ . El polígono "M" corresponde al conjunto de las formaciones Armàncies, Coronas y Sagnari, para facilitar el proceso de modelización se han agrupado en este polígono de densidad  $2.56 \text{ g/cm}^3$ . El Garumniense tiene una densidad de  $2.67 \text{ g/cm}^3$ . Las evaporitas de Beuda tienen densidad de  $2.77 \text{ g/cm}^3$ , aunque es difícil atribuir una única densidad a este polígono. Un problema mayor ha sido dar una densidad al polígono marcado con una "D"; en la diagrafía del sondeo Serrat-1 entre los puntos "1" y "2", aparece un grupo de materiales cuya densidad media es de aproximadamente  $2.72 \text{ g/cm}^3$ , esta densidad no corresponde con la de la formación Campdevànol, que en superficie tiene aproximadamente  $2.58 \text{ g/cm}^3$ , ni con la de la formación Vallfogona cuya densidad es más o menos  $2.60 \text{ g/cm}^3$ . Nos hemos visto obligados a dividir este polígono en tres, uno al S con materiales de la Fm. Vallfogona, uno al N con materiales de la formación Campdevànol y entre ellos una zona más densa ( $2.72 \text{ g/cm}^3$ ), que probablemente corresponde a una zona con mayor cantidad de anhidrita.

Este modelo, al igual que los demás, se ha calculado utilizando el algoritmo de Talwani *et al.* (1969) en 2D. El resultado tras el proceso de modelización ha sido óptimo, con un error máximo entre anomalía experimental y calculada de  $0.17 \text{ mGal}$  y un error medio de  $0.07 \text{ mGal}$ , errores muy bajos y claramente aceptables en función de la metodología utilizada. Tras este proceso podemos afirmar que la anomalía relativamente positiva del centro del perfil esta provocada por los materiales anhidríticos perforados en el sondeo del Serrat-1, los valores más negativos del S responden al grueso de materiales detríticos de las formaciones Bellmunt y Coubet, conjuntamente con las margas de Banyolas.

#### Discusión y conclusiones

La integración de los datos de subsuelo (línea sísmica, sondeos y gravimetría), y los de la geología de superfi-

cie, han puesto de manifiesto una serie de cuestiones:

1-La evidencia de una mayor superficialidad del cabalgamiento basal del manto del Cadí, de lo que previamente se había supuesto (Fig.2).

2-La existencia en el bloque inferior de una serie potente de materiales evaporíticos del Eoceno medio. Estos materiales muestran un despegue en su base y quedan limitados al sur por un cabalgamiento que se entronca con el de Vallfogona (Fig.2). De esta manera queda definida una unidad nueva, llamada en los informes internos petroleros, manto del Serrat. La existencia de esta unidad ya se había comentado en Martínez *et al.* (1988) y Vergés (1993) la interpreta como una unidad dentro de la cuenca del Ebro.

3- El hecho de que el sondeo Serrat haya cortado solamente los materiales evaporíticos, pone de manifiesto la problemática de esta unidad: las características de sus materiales hacia el norte. La interpretación se ha basado en los datos gravimétricos, debido a la poca resolución de las líneas sísmicas en la parte septentrional. De esta manera, la interpretación gravimétrica implica la existencia de materiales sedimentarios indeterminados pero con una densidad media de  $2,6 \text{ gr/cm}^3$  (polígono K, Fig.4). Estos materiales corresponden al bloque inferior de la serie del manto del Cadí (Fig.2).

4- La presencia de materiales de la serie del manto del Cadí bajo el apilamiento del Freser, puede implicar la posible existencia de la roca madre, formación Armàncies, en

una situación favorable para la producción y almacenamiento de petróleo (Fig.2).

#### Agradecimientos

A Eduard Clavell por su ayuda en los datos de subsuelo. A Jaume Vergés, por cedernos la figura nº 1, de su tesis doctoral, inédita.

#### Referencias

- Martínez, A., Vergés, J., Muñoz, J.A. (1988) *Acta. Geol. Hisp.* 23(2): 119-128.
- Muñoz, J.A. (1985) *Tesis*. Univ. Barcelona
- Talwani, M., Worzel, J.L. y Landisman, M. (1969) *Jour. Geoph. Res.*, 64: 49-59.
- Vergés, J. (1993) *Tesis*. Univ. Barcelona.