

# Extensión mesozoica e inversión compresiva terciaria en la Cadena Ibérica: aportaciones a partir del análisis de un perfil gravimétrico

*Mesozoic extension and Tertiary compressive inversion in the Iberian Chain: Results from the analysis of a gravity profile*

J. Guimerà, (\*), R. Salas, (\*\*), J. Vergés (\*) y A. Casas (\*\*)

(\*) Grup de Geodinàmica i Anàlisi de Conques, Dept. G.D.G.P., Fac. de Geologia, Univ. de Barcelona. Martí i Franqués s/n, 08028 Barcelona. e-mail: joang@natura.geo.ub.es.  
(\*\*) Dept. G.P.P.M., Fac. de Geologia, Univ. de Barcelona. Martí i Franqués s/n, 08028 Barcelona. e-mail: ramons@natura.geo.ub.es.

## ABSTRACT

The eastern part of Iberia underwent extension during the Mesozoic and, as a result, intraplate basins were formed. These basins were inverted during the Tertiary giving rise to the Iberian Chain thrust belt. The analysis of a crustal section transverse to the Iberian Chain is presented; this section is based on a gravimetric model, and an area conservation through it is assumed. From this analysis a Mesozoic extension of 47 km and a Tertiary shortening of 75 km is estimated.

**Key words:** Crustal balance, Intraplate deformation, Mesozoic extension, Alpine compression, Western Mediterranean, Iberian Chain.

Geogaceta, 20 (7) (1996), 1691-1694  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La estructura actual del NE de la Península Ibérica es el resultado de la evolución que experimentó esta región durante el Mesozoico y el Cenozoico. Durante el Mesozoico predominó un contexto extensivo en el que se formaron cuencas con alternancia de sedimentación marina y continental. Durante el Terciario, un régimen compresivo generó la mayor parte de las unidades estructurales actuales, los Pirineos, la Cadena Ibérica, la Cadena Costera Catalana y la cuenca del Ebro, cuenca de antepaís común de las cadenas anteriores (Fig. 1). Finalmente, la extensión neógena, relacionada con la evolución del surco de Valencia, generó las fosas costeras mediterráneas (Fontboté *et al.*, 1990). La Cadena Ibérica se originó, pues, por la inversión durante el Terciario de las cuencas mesozoicas del interior de Iberia; dichas cuencas estaban determinadas por fallas normales de orientaciones diversas, pero mayoritariamente NW-SE y E-W, las principales de las cuales involucraban el zócalo hercínico. Como consecuencia de la compresión aproximadamente N-S del interior de Iberia durante el Eoceno-Mioceno inferior,

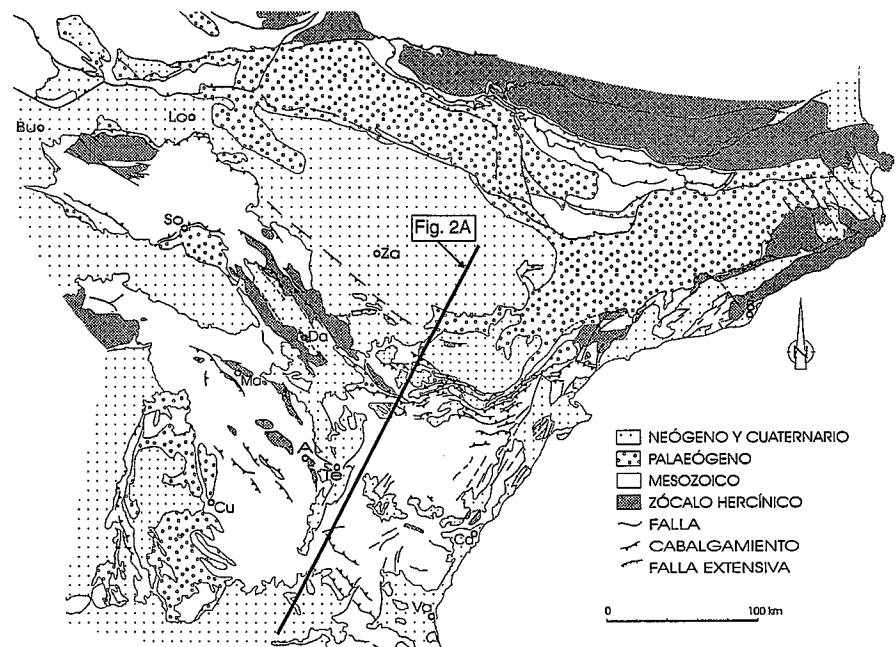


Fig. 1.- Mapa geológico del NE de la Península Ibérica. Se muestra la localización del perfil cortical analizado (Fig. 2A). Al: Albarracín, Ba: Barcelona, Bu: Burgos, Ca: Castelló de la Plana, Cu: Cuenca, Da: Daroca, Lo: Logroño, Ma: Molina de Aragón, So: Soria, Te: Teruel, Za: Zaragoza, Va: Valencia.

Fig. 1.- Geologic map of the northeastern Iberian Peninsula. The location of the crustal section analyzed is shown (Fig. 2A). Al: Albarracín, Ba: Barcelona, Bu: Burgos, Ca: Castelló de la Plana, Cu: Cuenca, Da: Daroca, Lo: Logroño, Ma: Molina de Aragón, So: Soria, Te: Teruel, Za: Zaragoza, Va: Valencia.

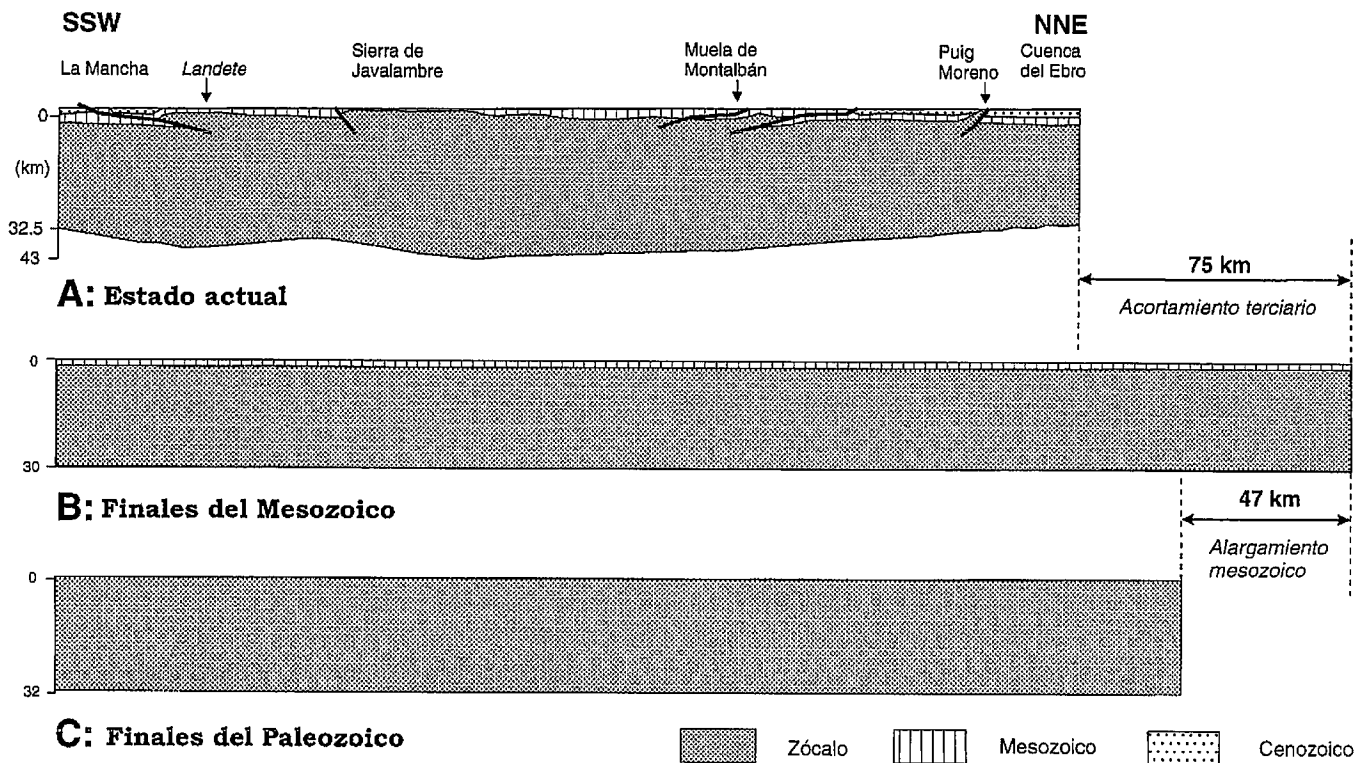


Fig. 2.- A, Perfil cortical analizado. Para su situación, ver la Fig. 1. B, Reconstrucción del estado del perfil a finales del Mesozoico. C, Reconstrucción del estado del perfil a finales del Paleozoico.

Fig 2.- A, Crustal section analyzed. See Fig. 1 for location. B, Reconstruction of the section at the end of the Mesozoic. C, Reconstruction of the section at the end of the Palaeozoic.

sincrónicamente a la deformación principal en los Pirineos, dichas fallas pasaron a tener un desplazamiento que dependía de su orientación respecto a la dirección de compresión: las fallas NW-SE tuvieron un desplazamiento inverso con un componente sinistro, mientras las E-W tuvieron un desplazamiento más puramente inverso (Guimerà, 1984, 1988 y Guimerà y Álvaro, 1990). Como resultado de la compresión, la corteza bajo la Cadena Ibérica en el perfil estudiado alcanzó un grosor máximo de 43 km (Salas y Casas, 1993) y relieves que superan localmente los 2000 m.

En este trabajo, partiendo de un perfil cortical de Salas y Casas (1993), realizado a partir del análisis de las anomalías de la gravedad, presentamos un primer análisis de la evolución de la Cadena Ibérica mediante un balance de masas cortical, comparando el perfil actual con su situación inferida previamente a la compresión terciaria y a la extensión mesozoica.

**Descripción del perfil**

El perfil analizado discurre perpendicularmente a las estructuras mayores

de la Cadena Ibérica (Figs. 1 y 2), atravesando el mínimo de anomalías gravimétricas de Bouguer centrado aproximadamente en Teruel (Salas y Casas, 1993, Fig. 8). Se extiende desde los materiales terciarios de La Mancha, al norte de Albacete, hasta la cuenca del Ebro, al norte de Caspe. El grosor de la corteza continental calculado por estos autores varía entre 32,5 km en ambos extremos hasta 43 km en la parte central. La longitud del corte es de 290 km y el área de la corteza en él es de 10940 km<sup>2</sup>, de los cuales 10160 km<sup>2</sup> corresponden al zócalo hercínico (Tabla 1). En el corte simplificado presentado se ha distinguido la cobertera mesozoica y el relleno de las cuencas terciarias; también se indica las fallas principales que pueden reconocerse en superficie.

**Acortamiento durante el Terciario**

Para estimarlo se compara el estado actual de la corteza, representado por el perfil gravimétrico, con el estado de la corteza previo a la compresión terciaria. El estado previo a la compresión más fácil de estimar es el que hubo hacia finales del Mesozoico. Teniendo en cuenta la extensión y homogeneidad de

los materiales del Cretácico superior en toda la Cadena Ibérica y que estos materiales son marinos someros que van pasando progresivamente, hacia finales del Cretácico e inicios de Terciario, a materiales continentales, suponemos que el área estudiada se encontraba aproximadamente al nivel del mar hacia finales del Mesozoico -el nivel del mar en ese momento era unos 200 m por encima del nivel actual (Haq *et al.*, 1987).

Tomando los valores de densidad de la corteza (2,74 Mg m<sup>-3</sup>) y del manto (3,2 Mg m<sup>-3</sup>) usados en el modelo gravimétrico de Salas y Casas (1993), y suponiendo que la corteza ibérica normal actual -de 32 km con una altitud media de 500 m (Banda, 1988)- se encuentra en equilibrio isostático, el grosor necesario de la corteza para que la Cuenca Ibérica se encontrara al nivel del mar a finales del Mesozoico -200 m por encima del nivel actual- sería de aproximadamente 30 km. Asumiendo la conservación del área de la corteza en el perfil, se deduce un acortamiento terciario de 75 km (20,5 %). En la Tabla 1 se muestra la variación del acortamiento asumiendo valores diferentes del grosor de la corteza previamente al

	Superficie del perfil km <sup>2</sup>	Longitud del perfil km	Grosor de la corteza km	Altitud km	Acortamiento terciario km (%)	Alargamiento mesozoico km ( $\beta$ )
<i>Corteza ibérica normal actual</i>			<b>32</b>	<b>0,5</b>		
<i>Modelo gravimétrico</i>	<b>10940</b>	<b>290</b>				
<i>Corteza supuesta a finales del Mesozoico</i>		377	29	0 (+0,2)	87 (23)	
		365	30	0 (+0,2)	75 (20,5)	
		353	31	0 (+0,2)	63 (18,4)	
<i>Corteza supuesta a inicios del Mesozoico</i>	<b>10160</b>	<b>318</b>	<b>32</b>			
<i>Id. a finales del Mesozoico</i>		377	29	0 (+0,2)		59 (1.19)
		365	30	0 (+0,2)		47 (1.15)
		353	31	0 (+0,2)		35 (1.11)

Tabla 1.- Datos corticales usados en el análisis del perfil.

Table 1.- Crustal data used in the section analysis.

acortamiento terciario; con un grosor de  $30 \pm 1$  km, el acortamiento terciario varía entre 63 y 87 km (del 18,4 al 23 %).

Los sistemas de cabalgamiento que afectan el zócalo de la Cadena Ibérica indican, a partir de su geometría y dimensiones, un nivel de despegue situado entre 7 y 11 km de profundidad (Guimerà y Álvaro, 1990); así, dichos sistemas sólo explican el acortamiento en la parte más superficial de la corteza, despegada de las partes más profundas. El acortamiento en estas últimas ha tenido que producirse independientemente; teniendo en cuenta la profundidad a la que se encuentran, cabe esperar que mayoritariamente haya sido por deformación dúctil. No hay datos sobre naturaleza de las estructuras responsables del engrosamiento cortical por debajo de los sistemas de cabalgamientos superficiales de la Cadena Ibérica (podrían corresponder, por ejemplo, a dúplex contractivos dúctiles, pliegues sinquistosos, o una combinación de ambos); sí que puede deducirse, en cambio, a partir de la geometría del engrosamiento cortical que muestra el modelo gravimétrico (Fig. 2), que la deformación corresponde, a escala

cortical, a una cizalla pura heterogénea (aplastamiento heterogéneo), mayor en las zonas de raíces más profundas, ya que no se deduce ninguna cizalla mayor que desplace a la discontinuidad de Moho.

#### Alargamiento durante el Mesozoico

Asumiendo una corteza a finales del Paleozoico similar a la corteza ibérica normal actual (32 km de grosor y un área en el corte de 10160 km<sup>2</sup>, de la que se ha restado el área del Mesozoico y del Cenozoico) y comparándola con la situación supuesta a finales del Mesozoico ( $30 \pm 1$  km), los valores del alargamiento durante el Mesozoico varían entre 35 y 59 km (con un factor de estiramiento  $\beta = 1,11$  a 1,19); con el valor medio de 30 km de grosor, se obtiene 47 km de extensión ( $\beta = 1,15$ ) (Tabla 1).

A partir de datos de campo, los valores calculados para algunas áreas de la Cadena Ibérica son claramente mayores. Así Roca *et al.*, (1994) calculan un factor de extensión  $\beta = 1,37$  (principalmente durante el Triásico y el Lías) en la dirección NW-SE, perpendicular al perfil analizado en este trabajo.

Este valor lo obtienen en la región del Desert de les Palmes (al norte de Castelló de la Plana) a partir de cortes compensados y restituidos a través de las estructuras extensivas mesozoicas. Por otra parte, Salas y Casas (1993) estiman en la cuenca del Maestrazgo un factor  $\beta$  entre 1,18 y 1,5 para el total del Mesozoico (el segundo valor corresponde al depocentro), a partir del análisis de la subsidencia en cuatro sondeos petrolíferos. Estos valores implican un adelgazamiento de 0,85 y 0,67, respectivamente, con lo que se obtiene unos grosores de la corteza previa al Mesozoico de 27,2 y 21,5 km en cada caso y, sumando la potencia de los sedimentos mesozoicos en cada localidad (3,9 y 6,5 km), se obtiene unos grosores de la corteza a finales del Mesozoico de aproximadamente 31 y 28 km, respectivamente. El valor de 28 km corresponde al depocentro de una de las cuencas más subsidentes de la Cadena Ibérica, por lo que es plausible esperar un grosor de la corteza inferior al medio; el valor de 31 km se obtiene en una zona con una potencia de los sedimentos mesozoicos próxima a la media de la cobertera de la cadena. Estos valores son compatibles con un grosor

medio de la corteza de 30 km hacia finales del Mesozoico.

### Conclusiones

El análisis presentado permite estimar, transversalmente a la Cadena Ibérica, un valor de la extensión mesozoica de unos 47 km y de la compresión terciaria de unos 75 km, según una sección cortical realizada a partir de un modelo gravimétrico.

### Agradecimientos

Este trabajo es una contribución a los proyectos: *Evolución de las cuen-*

*cas intracontinentales del este de Iberia (Cordillera Ibérica) durante la etapa barremiense-albiense de reactivación del riftiong ibérico* (DGICYT PB92-0862- C0201) y *Comparative evolution of peritethyan rift basins* (IGCP-369). La investigación necesaria para desarrollar este trabajo ha sido financiada parcialmente por el *Comissionat per Universitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya* (GRQ94-1048 y 1995 SGR00195).

### Referencias

Banda, E. (1988). *Phys. Earth Planet. Inter.*, 51:222-225.

Fontboté, J.M., Guimerà, J., Roca, E., Sàbat, F., Santanach, P. y Fernández Ortigosa, F. (1990). *Rev. Soc. Geol. España*, 3:249-259.  
Guimerà, J. (1984). *Geol. Mag.*, 121:423-420.  
Guimerà, J. (1988). *Tesis Doctoral*. Univ. de Barcelona (inédita).  
Guimerà, J. y Álvaro, M. (1990). *Bull. Soc. Geol. France* (8), VI (2): 339-340.  
Haq, B.H., Handerbol, J. y Vail, P.R. (1987). *Science*, 235:1156-1167.  
Salas, R. y Casas, A. (1993). *Tectonophysics*, 228:33-55.  
Roca, E., Guimerà, J. y Salas, R. (1994). *Geol. Mag.*, 131(2):155-168.