

Estructura de las Sierras Interiores en la zona Surpirenaica (valles del Aragón y del Osia, Pirineos Centrales). Implicaciones en la cronología de la deformación

Structure of the Internal Sierras in the South Pyrenean Zone (Aragón and Osia valleys, Central Pyrenees). Implications in the timing of deformation

Esther Izquierdo Llavall¹, Antonio Casas Sainz¹ e Inmaculada Gil Peña²

¹ Dpto. Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, España. estheriz@unizar.es, acasas@unizar.es

² Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España. i.gil@igme.es

ABSTRACT

The structure of the northern sector of the South Pyrenean Zone is characterized by fold-related cleavage. The folds are WNW-ESE-trending and South-verging, with axial planes that are subvertical or steeply dipping to the North (dips are generally steeper than 50°). This structural style contrasts with the presence in the northern margin of the Internal Sierras of a kilometer-scale, overturned to recumbent syncline, whose overturned limb crops out between the valleys of the Aragón and Osia rivers. The mapping of its axial surface is represented by closed curves that isolate the overturned limb. This fold is related to a shallowly North-dipping, axial plane cleavage (subhorizontal to 35°N). Its dip is low in comparison with the cleavage in the rest of the geological cross section. The described fold is interpreted as an early structure with respect to the emplacement of the Gavarnie thrust sheet, that would be responsible for its tilting.

Key-words: Cleavage, overturned fold, Gavarnie thrust, axial surface, geological mapping.

Geogaceta, 53 (2013), 57-60.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Introducción

La Zona Surpirenaica Occidental está afectada por un dominio de foliación que se extiende desde el límite meridional con la Zona Axial hasta el interior de la cuenca turbidítica (Choukroune y Séguret, 1973). Se trata de una foliación asociada al plegamiento (Labaume *et al.*, 1985; Teixell, 1992), con una vergencia constante al Sur. El presente trabajo recoge el estudio de la estructura alpina en dos cortes geológicos del dominio de foliación (valles del Aragón y del Osia), con objeto de (1) determinar si existe un patrón regional en la orientación de la foliación y (2) definir la relación cronológica entre la foliación asociada a pliegues y el desarrollo de la macroestructura. Existen en este aspecto

trabajos estructurales previos para este sector (Teixell, 1992) y para la zona situada inmediatamente al Este (Rodríguez, 2011).

Contexto geológico

La zona de estudio está situada en el sector centro-occidental de la Zona Surpirenaica (Pirineo central) (Fig. 1A). En este sector, hacia el Sur de la Zona Axial, afloran las unidades de Sierras Interiores y la cuenca de Jaca. Los afloramientos de la Zona Axial son de edad Devónico y Carbonífero, y sobre ellos reposan en discordancia angular los materiales pérmicos de la cuenca del Aragón-Bearn y el Cretácico (calizas de los Cañones, Margas de Zuriza y areniscas de Marboré en la figura 1B) y Paleoceno-Ilerdiense de las Si-

RESUMEN

La estructura del sector Norte de la Zona Surpirenaica está caracterizada por la presencia de foliación asociada a pliegues. Los pliegues tienen una dirección ONO-ESE, vergencia Sur y planos axiales verticales o con buzamientos elevados (generalmente mayores de 50°) hacia el Norte. Este estilo estructural contrasta con la existencia en el margen Norte de las Sierras Interiores de un sinclinal volcado a tumbado, de escala kilométrica, cuyo flanco invertido aflora entre los valles de los ríos Aragón y Osia. La cartografía de su superficie axial se traduce en trazas cerradas que aíslan el flanco invertido. Este pliegue está asociado con una foliación de plano axial con un buzamiento hacia el Norte (entre subhorizontal y 35°N), que es reducido en comparación con la inclinación de la foliación en el resto del corte geológico. El pliegue se interpreta como una estructura temprana en relación al emplazamiento de la lámina de Gavarnie, que produciría el basculamiento de la misma.

Palabras clave: Foliación, pliegue volcado, cabalgamiento de Gavarnie, superficie axial, cartografía geológica.

Fecha de recepción: 14 de julio de 2012
Fecha de revisión: 25 de octubre de 2012
Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2012

rras Interiores. Hacia el Sur aflora la potente serie turbidítica del Grupo Hecho, de edad eocena (Fig. 1B).

Estructura alpina en la zona de estudio. Relación con la foliación

La estructura alpina en el sector de estudio es resultado de la superposición de dos fases tectónicas (Labaume *et al.*, 1985; Teixell, 1992): (1) el desarrollo del sistema de cabalgamientos de Larra, que afecta a la parte superior de la serie cretácica, al Paleoceno y a la parte basal de las turbiditas y (2) el desarrollo de pliegues asociados a foliación, que deforman el sistema de cabalgamientos previo. Los pliegues afectan a la totalidad de la serie estratigráfica y están re-

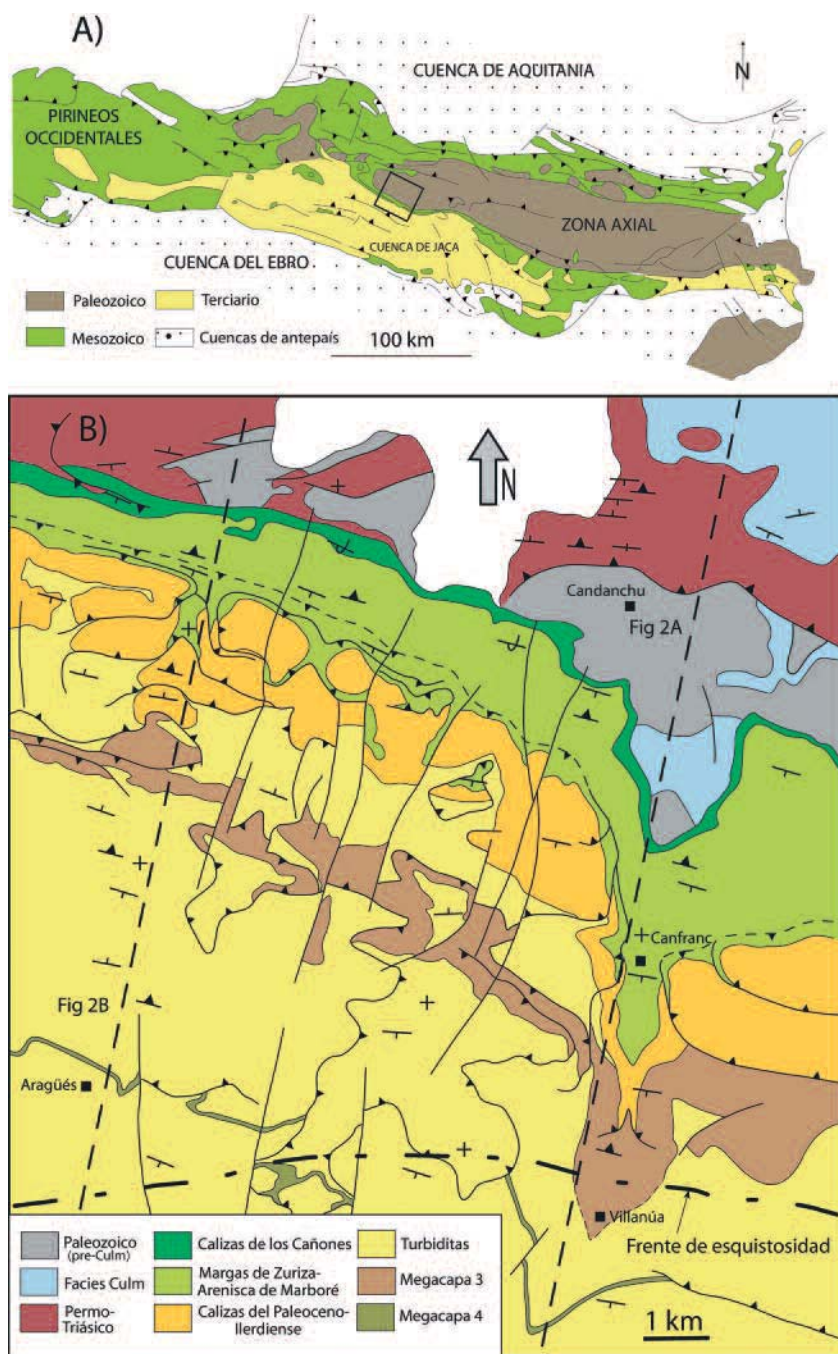


Fig. 1.- A) Ubicación de la zona de estudio en el mapa geológico general del Pirineo (modificado de Teixell, 1996). B) Mapa geológico del sector de estudio y localización de los cortes geológicos incluidos en la Fig. 2 (modificado de Teixell et al., 1989 y Ríos et al., 1987).

Fig. 1.- A) Location of the study area in the general geological map of the Pyrenees (modified from Teixell, 1996). B) Geological map of the study area and location of the geological cross-sections included in Fig. 2 (modified from Teixell et al., 1989 and Ríos et al., 1987).

lacionados con el emplazamiento de la lámina de Gavarnie, que involucra unidades del zócalo paleozoico. La lámina de Gavarnie lleva asociada un amplio anticlinal de bloque superior que presenta geometría de pliegue de adaptación (Teixell, 1996). La unidad de Sierras Interiores está situada en el flanco frontal de este anticlinal, que tiene un buzamiento variable a lo largo de la estructura: es menor (aproximadamente 10°S) en el

corte del valle del Aragón (Fig. 2A), pero aumenta en el del valle del Osia (en torno a 25°S) (Fig. 2B). No obstante, en ambos cortes se observan cambios en el buzamiento general de la estructura (ver Fig. 2).

Los pliegues con foliación asociada tienen dirección ESE-ONO y vergencia Sur (Fig. 2C). En los cortes estudiados, sus planos axiales presentan buzamientos generalmente elevados, entre los 50 y 80°N, en

el caso de los materiales pérmicos y las turbiditas. Este tipo de pliegues contrasta con la existencia en el margen Norte de Sierras Interiores de un gran sinclinal (sinclinal de Secús; Fig. 3A), con plano axial suavemente inclinado hacia el Norte (aproximadamente entre 10 y 20°). No obstante, hacia el sector Sur de Sierras Interiores la inclinación de las superficies axiales aumenta nuevamente (Fig. 3B). La foliación refleja a grandes rasgos este mismo patrón de distribución del plegamiento: su buzamiento promedio es en general más elevado en el Pérmico (corte de Astún-Candanchú), las turbiditas y el sector Sur de las Sierras Interiores, pero oscila entre subhorizontal y 35°N en los afloramientos cretácicos más septentrionales (Fig. 2C). El frente de la foliación presenta un ascenso relativo en la serie estratigráfica hacia el Oeste (Fig. 1B). En el valle del Aragón, no se observa foliación en las turbiditas situadas por encima de la megacapa 3, mientras en el valle del Osia, la megacapa 3 está fuertemente foliada y la foliación afecta también a las turbiditas situadas entre las megacapas 3 y 4.

El margen Norte de las Sierras Interiores en la zona de estudio: El pliegue volcado de Secús

El margen Norte de Sierras Interiores está representado, en el sector comprendido entre los valles de los ríos Aragón y Osia, por un sinclinal volcado a tumbado de escala kilométrica (sinclinal de Secús). Este pliegue afecta a la unidad de las calizas de los Cañones y a las margas de Zuriza. Hacia el Oeste del valle del Osia, el flanco invertido no aflora (bien porque la estructura acaba o bien porque la superficie axial queda por encima de la topografía) y el flanco normal aparece afectado por un cabalgamiento que produce la repetición cartográfica de los materiales cretácicos y afecta también a las unidades pérmicas de la Zona Axial. La Figura 4A muestra la cartografía de la superficie axial del pliegue, que al intersectar con la topografía da lugar a trazas cerradas que aíslan en su interior el flanco invertido. Este flanco alcanza una longitud máxima de aproximadamente 1800 m y se extiende en torno a 7 km en dirección ONO-ESE. La figura 4B es el mapa de isohipsas de la superficie axial, que permite calcular, a escala cartográfica, un buzamiento promedio para esta superficie de 17° en el Este, 20° en la parte central y 13° en el Oeste. En la parte central, las curvas de nivel insinúan un au-

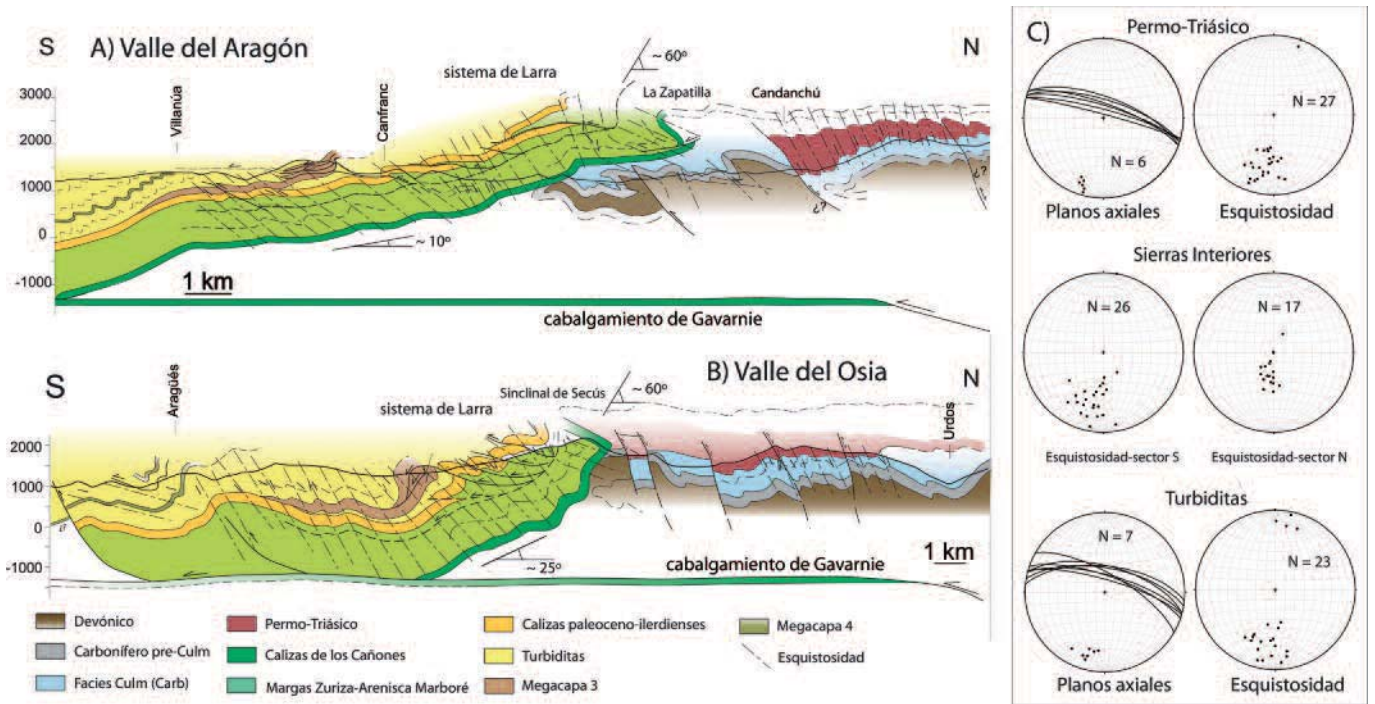


Fig. 2.- Cortes geológicos a lo largo de los valles de los ríos Aragón (A) y Osia (B). Ver localización en la Fig. 1B. La geometría y profundidad de la lámina de Gavarnie es similar a la propuesta por Labaume *et al.* (1985) y Teixell (1992) C) Proyección estereográfica de los planos axiales de pliegues y de los polos de la foliación en las diferentes unidades.

Fig. 2.- Geological cross-sections across the valleys of the Aragón (A) and Osia (B) rivers. See Fig. 1B for location. The geometry and depth of the Gavarnie thrust is similar to that proposed by Labaume *et al.* (1985) and Teixell (1992). C) Stereographic projection of the axial planes of folds and the poles of cleavage in the different units.

mento progresivo en el buzamiento de Norte a Sur.

En el sector oriental, los flancos normal e invertido del pliegue están separados por un cabalgamiento de dirección alpina basculado hacia el Sur (Fig. 4C).

Discusión: cronología de la deformación

Labaume *et al.* (1985) y Teixell (1992) definen la existencia de dos fases de deformación en la parte occidental de la Zona Surpirenaica: una primera asociada con el des-

arrollo del sistema de Larra, y una segunda asociada al emplazamiento de la lámina de Gavarnie, que produce el levantamiento de la Zona Axial y el basculamiento hacia el Sur del sistema de cabalgamientos previo. El plegamiento asociado a foliación afecta también al sistema de Larra, pero la relación precisa entre pliegues y basculamiento debido al emplazamiento de Gavarnie no es clara.

A pesar de que la orientación de la foliación en la zona de estudio es bastante constante, puede definirse la existencia en el margen Norte de Sierras Interiores de un dominio de foliación con bajo buzamiento, que

acorde con la baja inclinación del plano axial del sinclinal cartografiado en la Fig. 4. Esta distribución puede interpretarse como un suave plegamiento de la foliación a escala macroestructural. Rodríguez (2011) reconoce en el sector más oriental (valle de Tena) foliaciones y planos axiales de edad alpina con buzamientos suaves hacia el Sur. Afectan en este caso a los materiales paleozoicos situados por debajo de la discordancia con las unidades cretácicas de las Sierras Interiores. Hacia sectores más occidentales (valle de Hecho) se han observado también foliaciones, y ocasionalmente planos axiales, con buzamiento reducido hacia el Norte (20°N), afectando a las calizas de los Cañones y la serie pérmica inmediatamente infrayacente. En conjunto, describen una zona, localizada en el sector Norte de Sierras Interiores y/o parte más meridional de la Zona Axial, en la que la foliación presenta un buzamiento relativo reducido. En esta zona, el desarrollo de los pliegues con foliación es probablemente previo o contemporáneo muy temprano respecto al basculamiento asociado al emplazamiento de la lámina de Gavarnie. Estos pliegues pueden interpretarse como estructuras inicialmente vergentes al Sur, con planos fuertemente inclinados (similares a los observados en las unidades pérmicas o en las

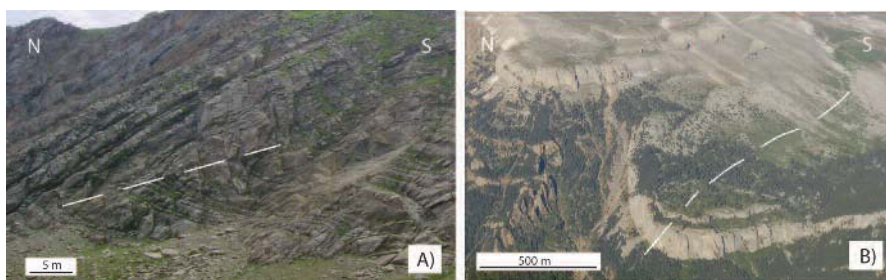


Fig. 3.- A) Sinclinal volcado en el margen Norte de Sierras Interiores (sinclinal de Secús). B) Sinclinal de vergencia Sur que afecta a las areniscas de Marboré y las calizas paleoceno-ilerdienses en el valle del Aragón. El plano axial tiene un buzamiento aproximado de 50°N.

Fig. 3.- A) Overturned syncline in the northern margin of the Internal Sierras. B) South-vergent syncline affecting the Marboré sandstones and the Paleocene-Ilerdian limestones in the Aragón valley. The axial plane dips approximately 50°N.

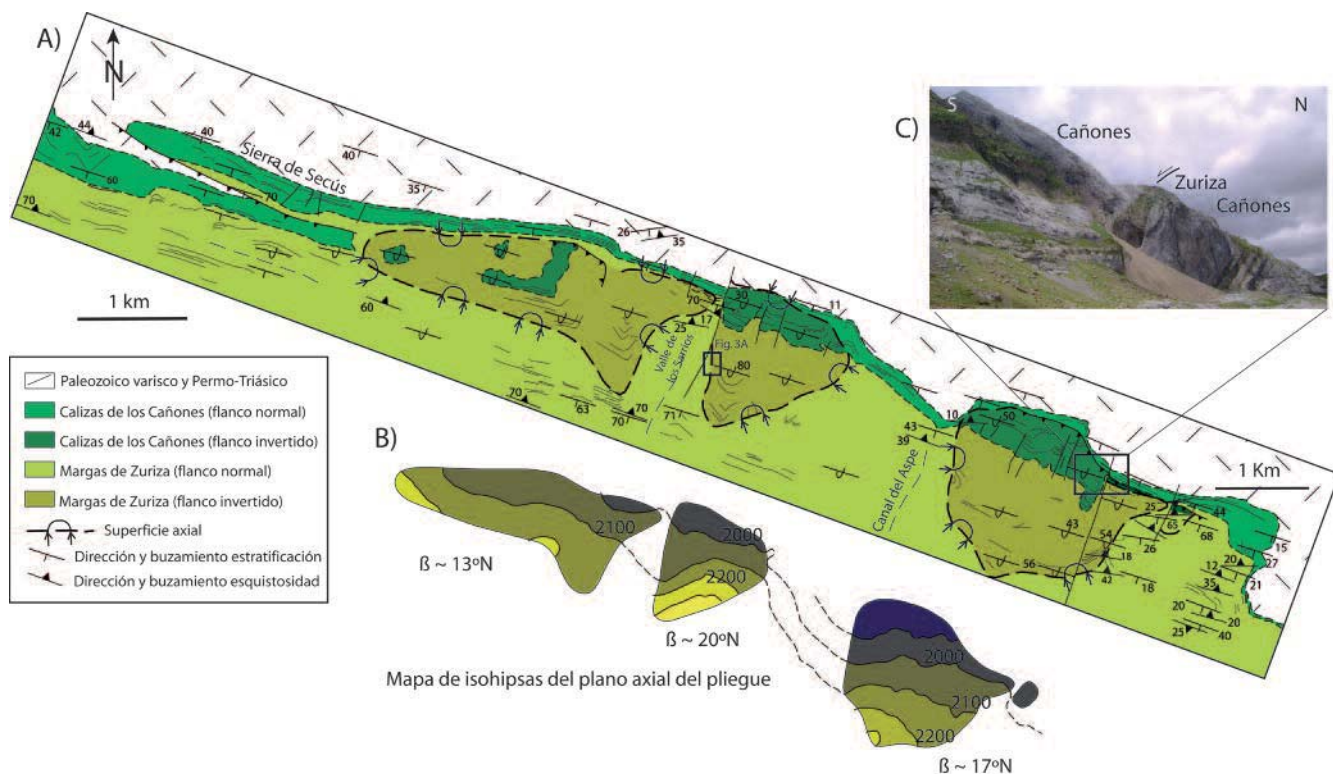


Fig. 4.- A) Cartografía de la superficie axial del sinclinal volcado a tumbado en el margen Norte de Sierras Interiores. Los datos estructurales son datos de campo y datos tomados de la cartografía de Teixell et al. (1989). B) Mapa de isohipsas de la superficie axial y C) Cabalgamiento afectando al pliegue.

Fig. 4.-A) Mapping of the axial surface of the overturned to recumbent syncline in the northern margin of the Internal Sierras. Structural data were collected from the field and also from the geological mapping of Teixell et al. (1989). B) Contour map of the axial surface and C) Thrust affecting the fold.

turbiditas) y posteriormente basculados o deformados durante el emplazamiento de Gavarnie y el desarrollo del antiforame de la Zona Axial.

Otro argumento a favor de un desarrollo de estos pliegues con foliación anterior al basculamiento es el cabalgamiento de la Fig. 4C. El plano de cabalgamiento corta al sinclinal y aparece basculado hacia el Sur durante el emplazamiento de la lámina de Gavarnie. Esta relación cronológica implica, al menos en este sector, un desarrollo de los pliegues asociados a foliación anterior al basculamiento. En el caso del valle de Tena, esta misma relación cronológica es propuesta por Rodríguez (2011). Esta interpretación difiere de la propuesta de Teixell (1992) que propone un desarrollo simultáneo del cabalgamiento de Gavarnie y los pliegues asociados a foliación que son (i) fuertemente inclinados en la Zona Axial, en niveles altos respecto al cabalgamiento y (ii) subhorizontales o suavemente inclinados en las Sierras Interiores, en niveles más próximos al plano de cabalgamiento. Atribuye las variaciones de la inclinación de los planos axiales en el sector de Sierras Interiores al carácter heterogéneo de la cizalla simple o a variaciones en el acortamiento según la dirección de transporte.

Conclusiones

A pesar de la existencia de una orientación bastante constante de la foliación en la zona de estudio, puede definirse una variación regional en la distribución de buzamientos, definiéndose la presencia de un sector de foliación con bajo buzamiento en el margen Norte de Sierras Interiores. Esta foliación es paralela al plano axial de un sinclinal volcado de escala kilométrica. La representación en cartografía del plano axial de este pliegue da lugar a trazas cerradas que aíslan en su interior el flanco invertido de la estructura. La interpretación de este sector como un dominio basculado, así como la presencia de una estructura post-pliegue también basculada, sugieren que el desarrollo de la foliación en esta zona del Pirineo es anterior o temprano respecto al basculamiento de las capas en relación al emplazamiento de la lámina de Gavarnie.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CGL2009-08969 del MICINN y el Gobierno de Aragón a través del Grupo de Investigación Geotransfer. Forma parte de los objetivos

de la beca FPU (MECD) concedida a la primera firmante.

Referencias

Choukroune, P., Séguret, M. (1973). *Carte structurale des Pyrénées 1:500.000*, Universidad de Montpellier-ELF Aquitaine.

Labaume, P., Séguret, M., Seyve, C. (1985). *Tectonics*, 4, 661-685.

Ríos, J. M., Galera, J. M., Baretino, D., Lanaja, J. M. (1987). *Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, hoja nº 145 (Sallent) y memoria*. IGME.

Rodríguez, L. (2011). *Análisis de la estructura varisca y alpina en la transversal Sallent-Biescas (Pirineos centrales, Huesca)*. Tesis Doctoral, Univ. del País Vasco, 176 p.

Teixell, A. (1992). *Estructura alpina en la transversal de la terminación occidental de la zona axial pirenaica*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 252 p.

Teixell, A. (1996). *Journal of the Geological Society (London)*, 153, 301-310.

Teixell, A., García-Sansegundo, J., Zamorano, M., Barnolas, A. (1989). *Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, hoja nº 144 (Ansó) y memoria*. IGME.