

Fábrica magnética del plutón de Marimanha (Pirineo central)

Magnetic fabric of the Marimanha pluton (Central Pyrenees)

B. Antolín ⁽¹⁾, T. Román ⁽¹⁾, A. Casas ⁽¹⁾, I. Gil-Peña ⁽²⁾, B. Oliva ⁽³⁾ y R. Soto ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. 474619@unizar.es.

⁽²⁾ Unidad de Geología y Geofísica, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. i.gil@igme.es.

⁽³⁾ Department of Geological Sciences, University of Michigan. Ann Arbor., EEUU. boliva@umich.edu

⁽⁴⁾ Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento de Física. Universidad de Burgos, Burgos. rlsoto@ubu.es

ABSTRACT

The structural and magnetic fabric study of the Marimanha granite (Axial zone of the Pyrenees, Catalonia), provides new data to characterize the zonation and the internal structure of the pluton. The Marimanha granite intrudes Cambro-Devonian metasediments of the Axial zone of the Pyrenees. The zonation of low field magnetic susceptibility is consistent with the petrological zonation of the igneous body and indicates a concentric arrangement of rock types, with more basic compositions at the external areas. By means of measurements of the anisotropy of the magnetic susceptibility, we have inferred the magmatic fabric of this pluton. Magnetic foliations and magnetic lineations are concentric and parallel to petrographic contacts in map view. The dominant strike of magnetic foliation is NE-SW with steep dips. The dominant magnetic lineation also trends NE-SW with shallow plunges to the NE and SW. This orientation agrees with the slightly elongated shape of the pluton in the NE-SW direction. This relationship suggests an intrusion contemporary with a E-W transpressional regime.

Key words: granite, AMS, Marimanha, Variscan, Pyrenees.

Geogaceta, 39 (2006), 23-26
ISSN: 0213683X

Introducción

La estructuración varisca del Pirineo se caracteriza por una tectónica polifásica que está en parte enmascarada por la tectónica Alpina posterior. Este hecho conlleva una dificultad asociada que se resuelve en cierta medida gracias al estudio de los plutones graníticos que constituyen marcadores cinemáticos, ya que estos cuerpos registran eventos que están relacionados con su momento de emplazamiento, a través de la orientación de la foliación y la lineación magmáticas. La deformación que se produce durante la cristalización queda registrada por deformaciones en estado sólido a alta y baja temperatura a escala de grano y por estructuras S-C.

El granito hercínico de Marimanha, situado en la zona Axial del Pirineo, es de los últimos granitos que todavía no había sido estudiado desde el punto de vista de la anisotropía de la susceptibilidad magnética. El objetivo del presente trabajo es conocer la deformación interna del granito para poder proponer un modelo de emplazamiento que contribuya al conocimiento de la tectónica regional varisca.

El método de estudio del granito se ha basado en el estudio de la anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) de 52 estaciones repartidas regularmente en la superficie aflorante del plutón. El estudio se ha completado con la realización de cartografías de detalle de los contactos del granito.

Situación geológica

El plutón de Marimanha aflora en la Zona Axial del Pirineo, y forma parte de la lámina cabalgante alpina de Gavarnie, si bien corta al cabalgamiento hercínico de Roca Blanca (Palau, 1998) (Fig. 1). En la zona en torno al macizo de Marimanha

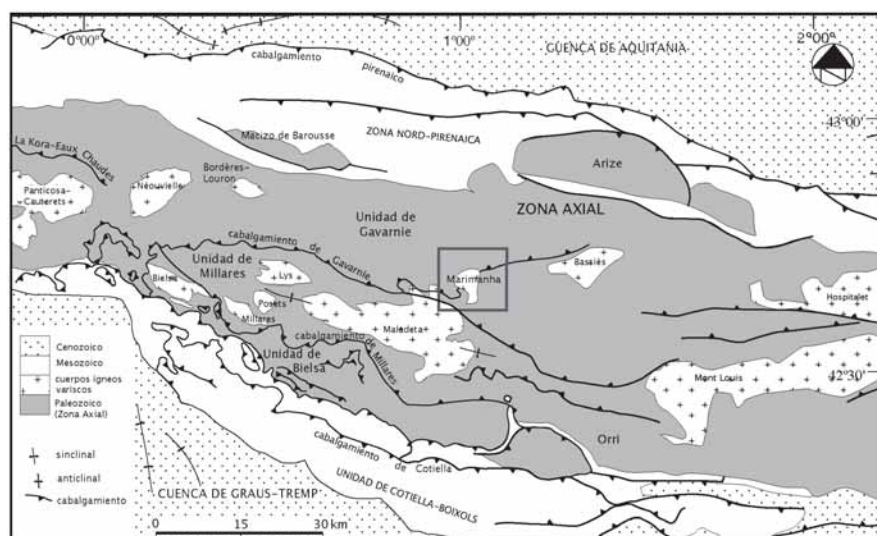


Fig. 1.- Esquema general de la zona Axial Pirenaica en el Pirineo Central. En el recuadro se muestra la posición del plutón de Marimanha. Modificado de Barnolas y Chiron, (1996).

Fig. 1.- Geological sketch of the Axial zone of the Pyrenees, showing the location of the Marimanha pluton. Modified from Barnolas and Chiron, (1996).

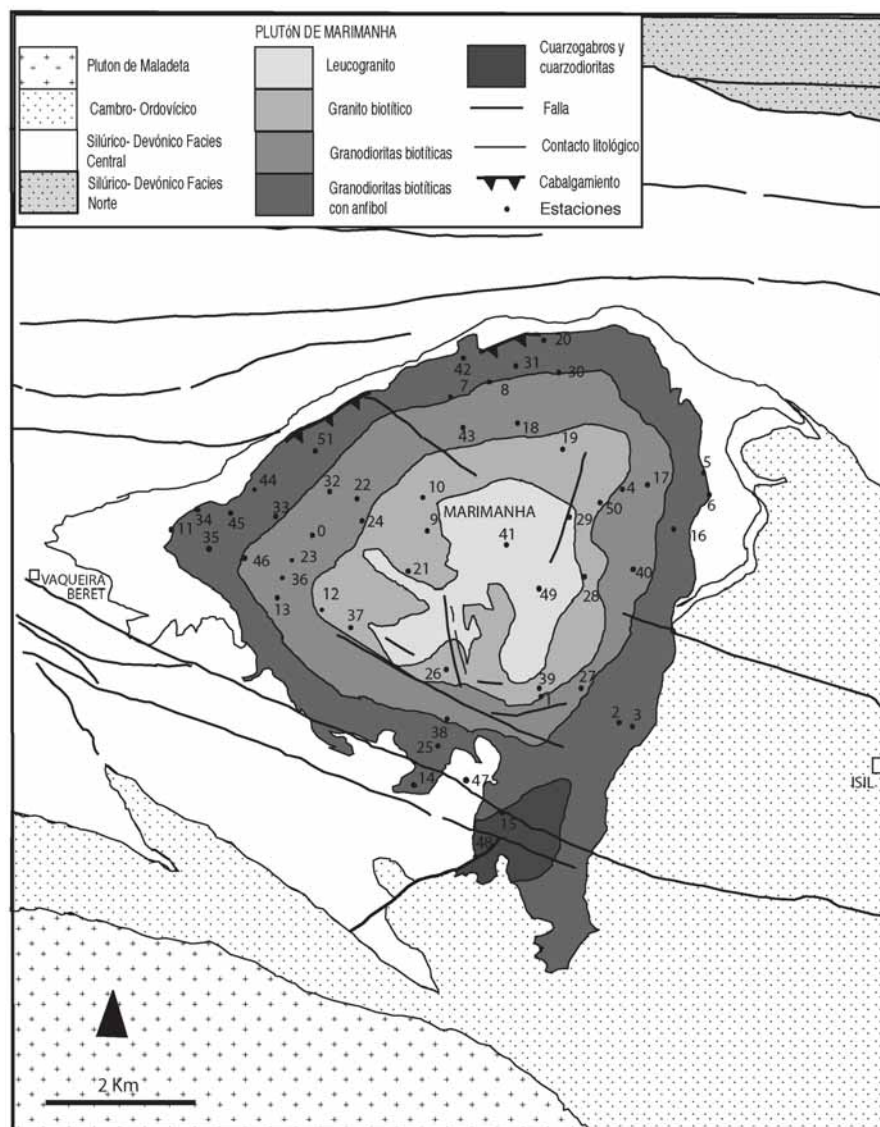


Fig. 2.- Mapa geológico del plutón de Marimanha, mostrando la zonación petrológica del mismo. Modificado de Palau (1998).

Fig. 2.- Geological map of the Marimanha pluton, showing its petrological zonation. Modified from Palau (1998).

existen tres grandes unidades litológicas (Palau, 1998, Barnolas *et al.*, 1996) (Fig. 2): 1) facies carbonatadas silúrico-devónicas dentro de las cuales intruye la mayor parte del macizo, 2) materiales detríticos cambro-ordovícicos (Unidad d'Isil) en la parte suroriental del macizo, y 3) próximas al extremo sur del macizo afloran las rocas intrusivas del plutón de Maladeta. En las rocas encajantes domina una foliación regional de dirección E-O, atribuida a la segunda fase de deformación hercínica D2 (Carreras *et al.*, 1994, Gleizes *et al.*, 1998). El conjunto de las unidades está afectado por una fracturación tardía visible a escala cartográfica de dirección dominante ONO-ESE.

El plutón de Marimanha tiene una morfología triangular en afloramiento,

más alargada hacia el Sur, con dimensiones de 7,8 x 6,4 kilómetros. Respecto a su composición petrográfica (Palau, 1998) muestra una zonación composicional que varía de leucogranito en las zonas más internas del plutón a granodioritas en el exterior y finalmente cuarzogabros en un pequeño afloramiento en el sur del cuerpo intrusivo (Fig. 2). La composición mineralógica dominante consiste en cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita. En las facies granodioríticas aparece también anfíbol.

Este plutón destaca por la ausencia prácticamente total de estructuras de deformación en estado sólido, reconociéndose únicamente una débil orientación preferente de los minerales debida al flujo magmático (Palau, 1998), por lo que

los elementos de fábrica son difíciles de medir sobre afloramiento.

Alrededor del plutón existe una aureola de metamorfismo de contacto que afecta a los materiales cambro-ordovícicos y silúrico-devónicos.

Análisis de ASM

El estudio de la anisotropía de la susceptibilidad magnética (ASM) se ha llevado a cabo a partir de 52 estaciones de muestreo regularmente repartidas en la superficie de afloramiento (Fig. 2). En cada estación se han obtenido 8 especímenes estándar a partir de los testigos extraídos, con lo que finalmente se ha trabajado con 416 especímenes. Las medidas de susceptibilidad magnética se han realizado a temperatura ambiente con un susceptómetro Kappabridge KLY-3 (Universidad de Zaragoza) que trabaja con un campo magnético débil (0,5 mT). Las medidas de ASM han dado información sobre la orientación y magnitud de los ejes K1, K2 y K3 del elipsoide magnético, sobre la susceptibilidad magnética media (Km), el grado de anisotropía (P', Jelinek, 1981), el parámetro de forma del elipsoide magnético (T, Jelinek, 1981), y los ángulos de confianza (E_{12} , E_{13} , E_{23} , Jelinek, 1977). La fábrica magnética se ha caracterizado, siempre que ha sido posible, por la lineación magnética (K1) y la foliación magnética (perpendicular a K3).

Susceptibilidad magnética

Los valores de susceptibilidad media (Km) obtenidos para cada estación de muestreo se encuentran entre 28×10^{-6} SI y 467×10^{-6} SI (Fig. 3), con un valor medio para todo el plutón de 198×10^{-6} SI. Estos valores, la mayoría por debajo de 300×10^{-6} SI (sólo cuatro estaciones, 14, 15, 47 y 48 muestran valores superiores), sugieren una susceptibilidad de origen paramagnético producida por la existencia de silicatos paramagnéticos (biotita y anfíboles) (Rochette; 1997, Borradaile y Henry, 1997). No obstante no puede ser totalmente descartada la posible contribución de minerales ferromagnéticos (Pueyo *et al.*, 2005). En cualquier caso, la existencia de una buena correlación entre el mapa de zonación litológica de Palau (1998) y el mapa de zonación de Km indican que la contribución ferromagnética no es significativa. Se pueden establecer las siguientes correlaciones entre las susceptibilidades magnéticas y los tipos petrográficos:

$Km > 400 \times 10^{-6}$ = cuarzogabros y cuarzdioritas.

$400 \times 10^{-6} \text{ SI} > \text{Km} > 200 \times 10^{-6} \text{ SI}$ = granodioritas biotíticas con anfíboles.

$200 \times 10^{-6} \text{ SI} > \text{Km} > 150 \times 10^{-6} \text{ SI}$ = granodioritas biotíticas

$\text{Km} < 150 \times 10^{-6} \text{ SI}$ = granito biotítico y leucogranito.

En este granito, al igual que en otros del Pirineo como los de Maladeta, Panticosa-Cauterets y Bielsa (Leblanc *et al.*, 1993, Gleizes *et al.*, 1998, Román *et al.*, 2004) se observa una zonación composicional concéntrica. La zonación de Km (Fig. 3) muestra los valores máximos a lo largo del borde del plutón y los valores más bajos en la zona interna del mismo.

Fábrica magnética

La existencia de valores del ángulo de confianza E13 menores de 10 en la prác-

tica totalidad de las muestras asegura la anisotropía de la fábrica (valor medio de E13 = 3,9) (Pueyo *et al.*, 2004).

El análisis de la fábrica magnética del granito de Marimanha indica la existencia de una fábrica predominantemente planar ya que todas las estaciones (excepto 4) presentan un parámetro de forma T con valores positivos (T medio en el total del granito de 0.5). Además la presencia de eigenvalues (E12) en torno a 17 corrobora la dominancia de una fábrica planar.

La foliación magnética se distribuye de forma concéntrica, paralela a los contornos del plutón (Fig. 4A), a los contactos petrográficos y a la zonación de Km, con dominancia de buzamientos medios a elevados hacia el exterior del plutón. Esta distribución concéntrica aparece distorsionada localmente en su borde nor-

te, dando lugar a direcciones perpendiculares de la foliación (E-W y N-S) que pueden interpretarse como trayectorias sigmoidales. En el estereograma de densidades de K3 (Fig. 4A) se observa la dispersión característica de una foliación concéntrica. Sin embargo, dentro de esta dispersión de K3, se observa una dominancia de la dirección NO-SE, con inmersiones bajas tanto al norte como al sur. Esto implica que la dirección principal de la foliación (perpendicular a K3) tiene una orientación NE-SO, con buzamiento fuerte dominando el buzamiento hacia el norte.

En el mapa de lineaciones (Fig. 4D), también se observa tendencia a una distribución concéntrica, con distorsión en el borde norte. En el estereograma de densidades, K1 se dispersa especialmente en el plano 000, 450, a pesar de esta dispersión puede observarse un máximo claro en 40/250 (Fig. 4C). Este máximo de la lineación es coherente con la dirección dominante de la foliación.

Interpretación

Para conocer el modo de emplazamiento del plutón es importante tener en cuenta la geometría del plutón y la geometría de las isolíneas de Km y contactos petrográficos. En superficie tanto la geometría del contorno del plutón, como la de los contactos petrográficos, son concéntricos con un ligero alargamiento en dirección NE-SO (ver Fig. 2).

La fábrica de las rocas plutónicas se forma en un intervalo de tiempo relativamente corto, después del ascenso, pero antes de la cristalización total (Patterson y Tobisch, 1988), por lo tanto, los estadios finales del proceso de emplazamiento pueden deducirse a partir de los estudios de fábrica magnética.

Gracias a la existencia de unos valores bajos del grado de anisotropía (valor medio de $P' = 1,05$) podemos inferir que el plutón de Marimanha no ha tenido procesos de deformación en estado sólido que hayan perturbado su fábrica magnética original.

La coincidencia, por una parte de la orientación preferente NE-SO de la foliación y lineación magnéticas con la dirección del ligero alargamiento del plutón en esta misma dirección, y por otra la oblicuidad del borde norte y la foliación dominante del plutón en relación a la foliación regional del encajante permite proponer un régimen transpresivo dextro durante el emplazamiento. Este régimen

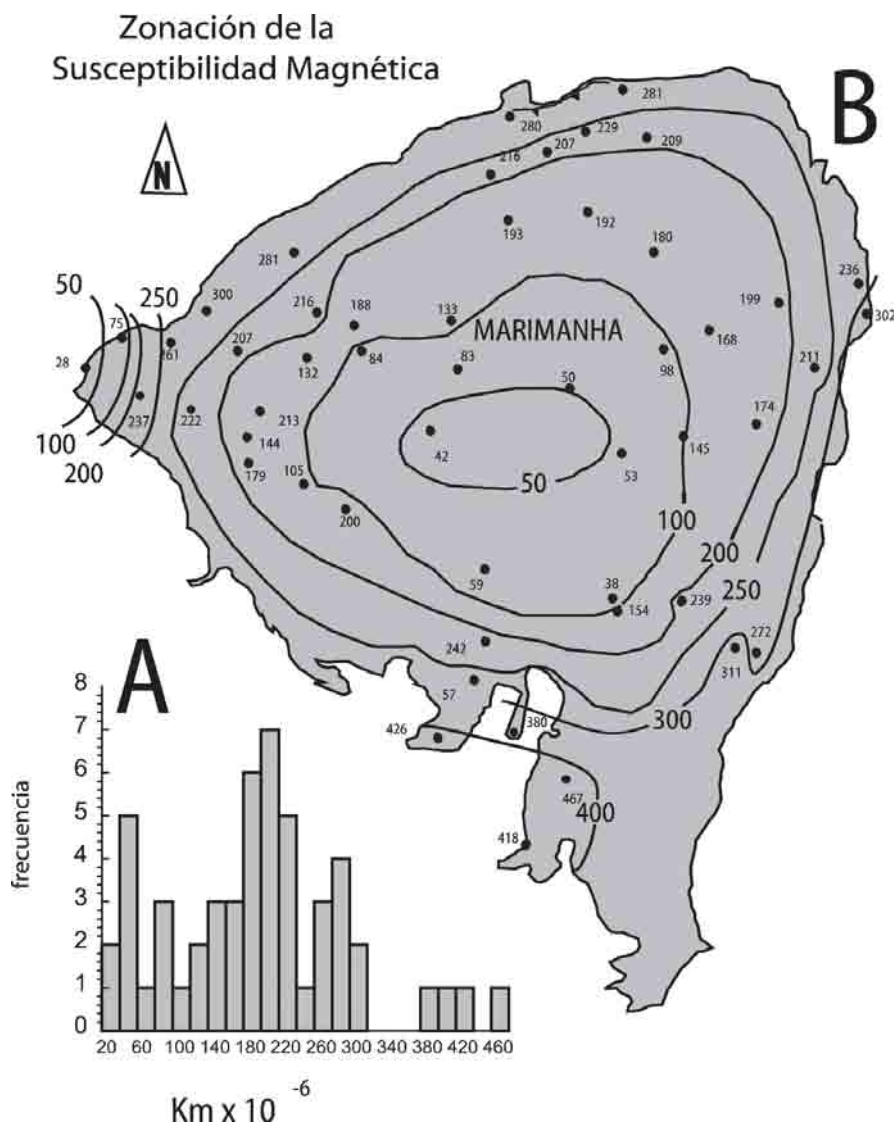


Fig. 3.- A. Histograma de frecuencias de la Susceptibilidad magnética (Km) de las muestras analizadas. B. Zonación magnética del plutón de Marimanha en función de Km.

Fig. 3.- A. Frequency histogram of Magnetic Susceptibility for the analysed samples. B. Magnetic zonation of the Marimanha pluton.

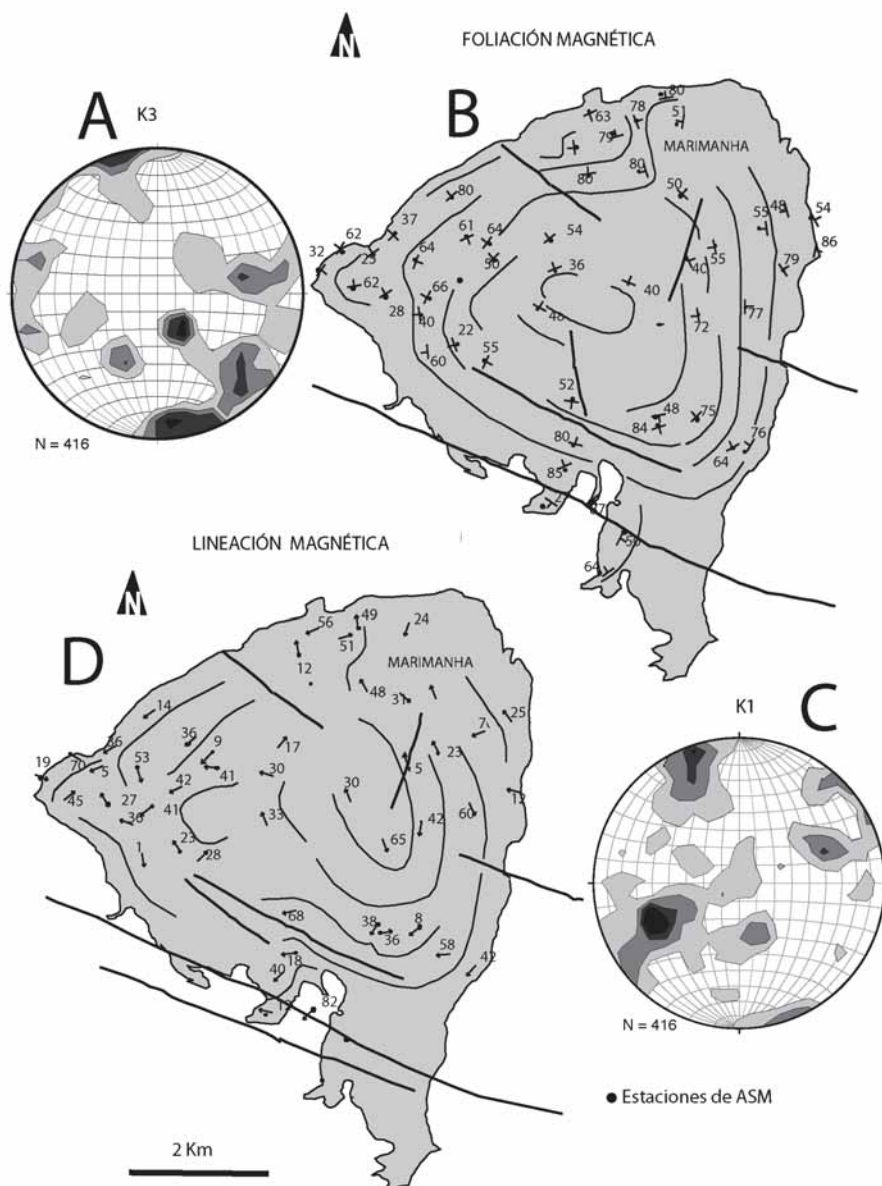


Fig. 4.- A) Estereograma de densidad de los polos de foliaciones magnéticas (K3) obtenidas en el plutón de Marimanha. Intervalos de contorno 1%. B) Mapa de foliaciones magnéticas. C) Estereograma de densidad de lineaciones magnéticas (K1). Intervalos de contorno 1%. D) Mapa de lineaciones magnéticas.

Fig. 4.- A) Density stereoplot of poles to magnetic foliations (K3). Contour interval 1%. B) Map of magnetic foliations. C) Density stereoplot of magnetic lineations (K1). Contour interval 1%. D) Map of magnetic lineations.

transpresivo es coherente con la dominancia de lineaciones con bajas inmersiones

Conclusiones

Mediante del estudio de los valores de la susceptibilidad magnética del granito de Marimanha se ha deducido una zonación concéntrica del cuerpo intrusivo, con los términos más ácidos en la zona interna.

Los datos de la fábrica magnética muestran una orientación concéntrica de la foliación con dominancia de la orientación NE-SO y fuertes buzamientos, y lineaciones que presentan el máximo en torno a NE con suaves inmersiones. Estas orientaciones preferentes permiten constatar la existencia de un control tectónico en el emplazamiento del plutón.

Se propone un emplazamiento contemporáneo con un régimen transpresivo dextro, con una dirección de acortamiento

NNO-SSE característica de los estadios finales de la fase de compresión D2 varisca en los Pirineos y propuesta como responsable de la deformación sincrónica al emplazamiento de otros plutones como el de Panticosa-Cauterets (Gleizes *et al.*, 1998).

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por los proyectos SICOAN 2004065 (IGME) y BTE-2002-04168 (DGES).

Referencias

Barnolas A., Chiron J.C. y Guérangé, B. (1996) *Synthese Géologique et Géophysique des Pyrénées*. Vol.1; Cycle hercynien-Edition BRMG-ITGE, 729p.

Borradaile G. J., Henry B. (1997). *Earth Sciences Reviews*, 42, 49-93.

Carreras J. y Capella I. (1994). *Journal of Structural Geology*, 16, 11, 1509-1524.

Gleizes G., Leblanc D., Bouchez J. L. (1998) En: *Continental Transpressional and Transtensional Tectonics* (R.E. Holdsworth, R.A. Strachan, J.F. Dewey, Eds.). Geological Society London Special Publications, 135, 267-273.

Jelinek V.T.(1977). *Geofyzika*, 1-88.

Jelinek V. (1981). *Tectonophysics*, 79, 63-70.

Leblanc D., Gleizes G., Lespinasse P., Olivier P y Bouchez J. L. (1994). *Journal of Structural Geology*, 16, 223-235.

Palau i Ramirez, J. (1998). *El magmatisme calcoalcalí del massís de Marimanya i les mineralitzacions As-Au-W associades*. Institut Cartogràfic de Catalunya. Monografies Techniques, 4, 340 p.

Patterson,S.R y Tobisch, O.T (1988). *Geology*, 16, 1108-1111.

Pueyo E. L., Román-Berdiel T., Bouchez J. L., Casas A. M., Larrasoaña J. C. (2004). En: *Magnetic Fabric: Methods and Applications* (F. Martín-Hernández., C.M. Lüneburg, C. Aubourg., y M. Jackson, Eds). Geological Society London Special Publication, 238, 395-420.

Pueyo E. L., Bouchez J. L., Román-Berdiel T., Gleizes G. (2005). *Proceeding of the IAGA Meeting Toulouse*, 01323.

Rochette P. (1987). *Journal of Structural Geology*, 9, 1015-1020.

Román-Berdiel T., Casas A.M., Oliva-Urcia B., Pueyo E.L., Rillo C. (2004). *Journal of Structural Geology*, 26, 659-677.