

# Fábrica magnética de diques doleríticos del Plutón de Panticosa (Zona Axial, Pirineos).

## *Magnetic fabric of the doleritic dykes in the Panticosa pluton (Pyrenean Axial Zone)*

V. Santana <sup>(1)</sup>, N. Vegas <sup>(2)</sup>, L. Pinotti <sup>(3)</sup> y J.M. Tubía <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geodinámica. F. de Químicas. Universidad del País Vasco. Campus de Ibaeta. 20009 San Sebastián. gopsatov@sq.ehu.es

<sup>(2)</sup> Departamento de Geodinámica. F. de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco. Campus de Leioa. Apartado 644. 48080 Bilbao. gobvetun@lg.ehu.es y jm.tubia@ehu.es

<sup>(3)</sup> CONICET-Departamento de Geología, FCEFOyN. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. P.O. Box 3, E-5800 Río Cuarto, Argentina. lpinotti@exa.unrc.edu.ar

### ABSTRACT

*This work deals with the magnetic fabrics of the doleritic dykes intruded in the Panticosa pluton. The dykes are grouped in two main families: one with N-S direction and another one E-W, the most common. The measured magnetic susceptibility values range from 390 10<sup>-6</sup>SI to 1464 10<sup>-6</sup>SI, being representative of paramagnetic rocks with a minor ferromagnetic component. The recorded magnetic foliations and lineations show a strong structural homogeneity all over the sampling transects. The obliquity between the magnetic foliations and lineations, and the walls of the dykes, implies that the magma was intruded taken advantage of an extensional process, oblique to the strike of the dykes. This process could be related with the regional stress field invoked to explain the intrusion of the Panticosa pluton.*

**Key words:** *Doleritic dykes, Magnetic fabric, Pyrenean Axial Zone, Panticosa*

*Geogaceta, 39 (2006), 19-22  
ISSN: 0213683X*

### Introducción

El plutón de Panticosa, junto con los plutones de Cauterets, integra el batolito más occidental dentro de la Zona Axial del Pirineo (Fig. 1A). Utilizando el método radiométrico Rb/Sr, Debon (1975) estableció una edad Pérmica, de 290 Ma para el emplazamiento de este batolito. El plutón granítico de Panticosa (Huesca) es uno de los mejor conocidos del Pirineo, tanto desde el punto de vista petrográfico (Debon, 1975) como estructural, debido a los estudios clásicos de campo realizados, completados con el Análisis de la Susceptibilidad Magnética (ASM) (Santana, 2001 y 2002). Esto hace que en la actualidad la geometría tridimensional del mismo esté bien establecida, así como su relación con el batolito de Cauterets (Gleizes *et al.*, 1988). Las cuatro facies petrográficas que componen el plutón de Panticosa son de centro a borde: monzogranito, granodiorita clara, granodiorita oscura y cuarzo-gabro diorita (Debon, 1975) y coinciden en amplias zonas con la distribución de las facies magnéticas (Fig. 1B) (Santana, 2001). Estas facies petrográficas están cortadas por un enjambre de diques bási-

cos, de naturaleza dolerítica, que han proporcionado una edad de intrusión de 268 ± 7 Ma (Debon y Zimmermann, 1993).

Los estudios previos sobre fábrica magnética realizados sobre diques suelen ser de interpretación compleja (Aifa *et al.*, 1999; Bartolomeu Raposo *et al.*, 2004; Knight y Walker, 1988) debido a que se producen fábricas muy variables. Sin embargo, en nuestro caso, el análisis de ASM realizado sobre los diques doleríticos que atraviesan el plutón de Panticosa proporciona fábricas muy regulares, que unidas a la calidad de los afloramientos, hace que sea un lugar idóneo para verificar la fábrica magnética en diques y para discutir las relaciones entre la intrusión y los materiales encajantes, que no son fáciles de esclarecer en otros entornos geológicos.

### Características de campo y petrográficas

Los diques doleríticos son de color oscuro, marrón o verdoso. Sus potencias varían desde 30 metros, los de mayor espesor, a unos pocos centímetros, los más delgados. Sus longitudes laterales sobrepasan localmente el kilómetro. Estos di-

ques, regularmente repartidos por toda el área granítica, son más abundantes en las facies centrales y afloran también fuera de los límites del plutón.

Los diques de menor potencia son de naturaleza vítrea, mientras que los de mayor grosor presentan bordes fríos. Estos últimos, exhiben textura porfídica, con fenocristales de feldespato potásico, y en algún caso anfíbol (de composición kaersutítica), inmersos en una matriz de grano fino. Los diques se agrupan en dos sistemas principales, uno de dirección E-O que es dominante y un segundo, minoritario, orientado N-S (Fig. 1C). Los diques han intruido aprovechando la red de fracturas previas desarrollada en el plutón de Panticosa, por lo que muchos de ellos no son verticales (Fig. 2A) y se cortan a ángulos elevados entre sí (Fig. 2B).

A escala microscópica se aprecia el efecto de reorientación debido al flujo del magma paralelo a las paredes del dique, que no suele ser visible a simple vista. Esto hace que los fenocristales de feldespato se reorienten paralelamente a los contactos de los diques (Fig. 2C) y que se observen ocasionalmente imbricaciones de cristales (Fig. 2D) que indican la dirección de flujo del magma.

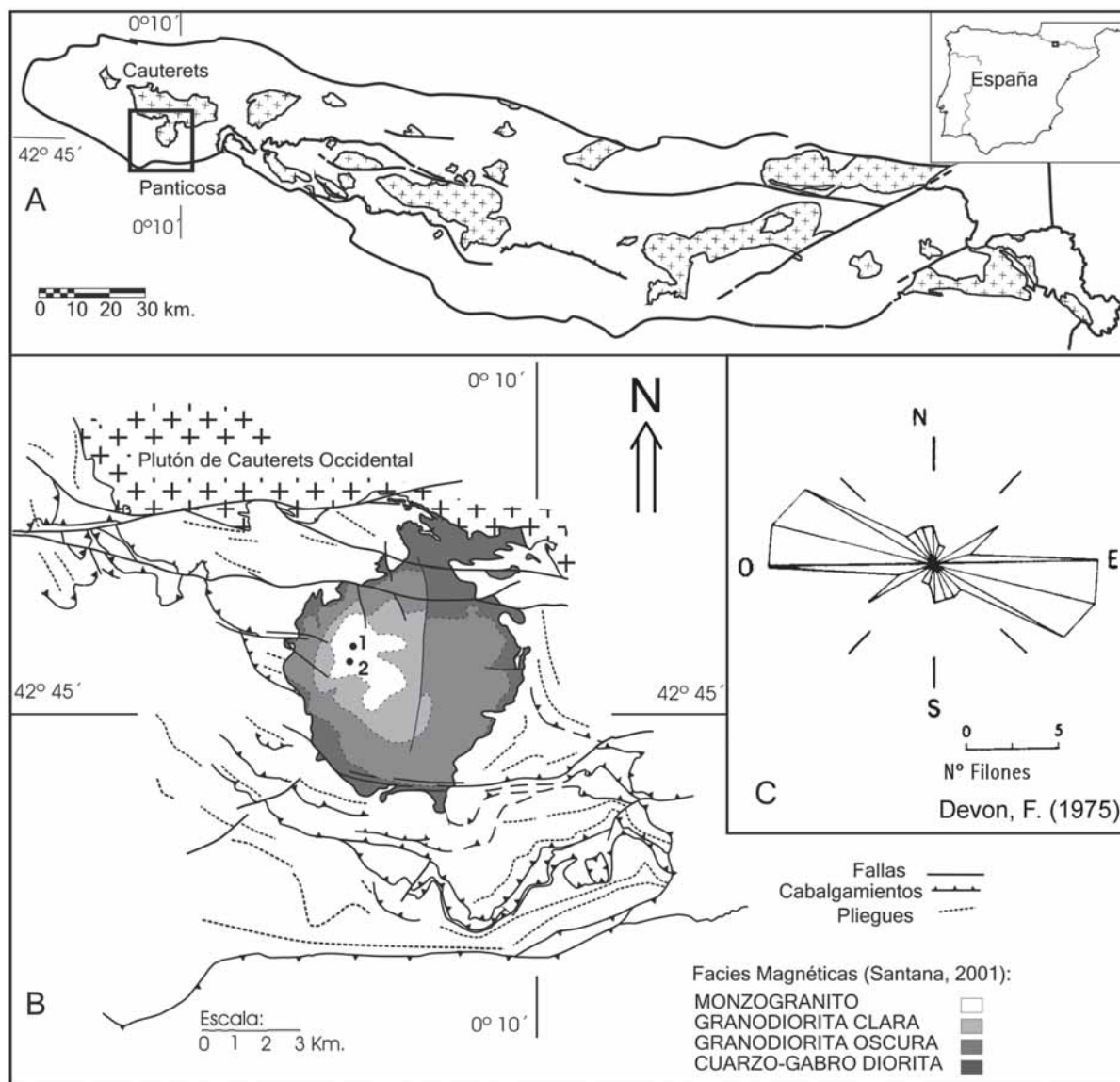


Fig. 1.- A) Localización geológica del plutón de Panticosa, en la Zona Axial de los Pirineos. B) Facies magnéticas del plutón de Panticosa (Santana, 2002) y estructura general simplificada del encajante; los números indican la localización de los diques doleríticos muestreados. C) Diagrama en rosa de la orientación de los diques doleríticos en el plutón de Panticosa (tomado de Debon, 1975).

Fig. 1.- A) Geological setting of the Panticosa pluton in the Pyrenean Axial Zone. B) Magnetic facies of the Panticosa pluton (Santana, 2002) and main structures in the country rocks. Numbers show the location of the samples dykes. C) Rose diagram of the doleritic dykes in the Panticosa pluton (after Debon, 1975).

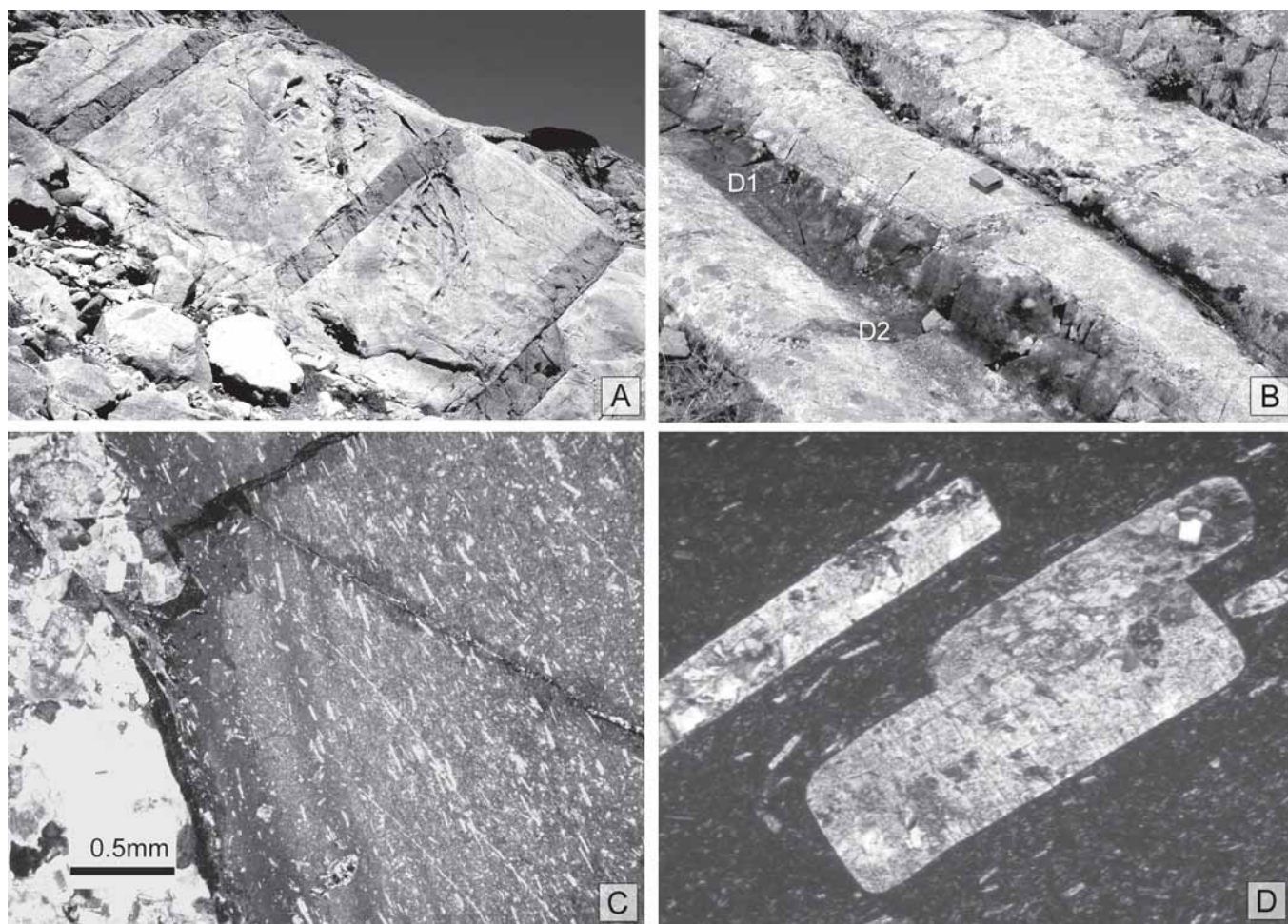
### Fábrica magnética

Para la realización de este trabajo se ha determinado la anisotropía de la susceptibilidad magnética (ASM) en 37 puntos de muestreo, distribuidos en cinco transversales de un dique del sistema E-O (Fig. 3.1). Además se han muestreado 4 puntos más en un pequeño filón alojado en una fractura de tensión de dirección E-O (Fig. 2B), que es secante a un dique del sistema N-S en el que se tomaron otras 14 estaciones repartidas en cuatro secciones (Fig. 3.2). Para la medición de las muestras se ha utilizado un equipo

Kappabridge KLY-2 (Agico). Cabe señalar, que con el muestreo que hemos realizado, se ha buscado estudiar en detalle la variación de la fábrica magnética en el interior de cada dique. Por este motivo se han tomado muchas muestras en pocos diques, distinguiéndose así de la mayor parte de los estudios de fábricas magnéticas descritos en la bibliografía, donde se toman pocas muestras pero se analizan muchos diques (Knight y Walker, 1988; Bartolomeu Raposo *et al.*, 2004, entre otros).

Los valores de la susceptibilidad magnética (K) obtenidos, varían entre

$390 \times 10^{-6}$  SI y  $1464 \times 10^{-6}$  SI. El dique de dirección N-S presenta valores algo menores de K, con un valor medio de  $535 \times 10^{-6}$  SI, mientras que el dique de dirección E-O contiene valores mayores de K, alcanzando los  $1091 \times 10^{-6}$  SI de media. En ambos casos los valores de K medidos quedarían dentro de los característicos de rocas paramagnéticas con un aporte variable de minerales ferromagnéticos (Rochette, 1987; Tarling y Hrouda, 1993; Clark, 1999). Esta clasificación es coherente con las gráficas que hemos obtenido de variación de K con respecto a la temperatura en un horno CS-2 (Agico). Estos



**Fig. 2.-** A) Vista general de tres diques doleríticos que intruyen en el plutón de Panticosa. Se puede observar que no son verticales y su potencia aproximada son 2 metros. B) Detalle de diques doleríticos que intruyen en dos sistemas perpendiculares; el sistema N-S está marcado como D1 y el E-O, como D2. C) Microfotografía del borde de un dique, con una buena textura de flujo, en el contacto con el plutón de Panticosa. D) Microfotografía de una textura imbricada desarrollada por un feldespato de 2 mm de longitud. El criterio cinemático que se puede deducir indica un desplazamiento del bloque superior hacia la derecha de figura.

*Fig.2.- A) General view of three non vertical doleritic dykes (2 meters of thickness), that intrude the Panticosa pluton. B) Detail of doleritic dykes that intrude in two systems at high angle. D1 belongs to the N-S system and D2 to the E-W one. C) Photomicrograph of the border of a doleritic dyke, showing a flow texture, in the contact of the Panticosa pluton. D) Photomicrograph of an imbricated texture developed by a 2 mm long feldspar. The deduced kinematic criteria indicates a movement to the right of the upper zone.*

diagramas K/T ponen de manifiesto la presencia de cantidades variables de una fase ferromagnética, que alcanza su temperatura de Curie en torno a los 540°-570° C, con un punto de inflexión poco definido. Estas características permiten identificar esta fase como titanomagnetita con un contenido variable en Ti.

Las fábricas magnéticas que hemos obtenido son planares y están representadas por un elipsoide de tipo oblató. Las foliaciones magnéticas de casi todas las secciones tanto en el E-O como en el N-S, muestran una dirección oblicua respecto a las paredes de los diques y son paralelas entre sí. Los buzamientos de las foliaciones magnéticas en casi todos los casos son verticales o muy elevados.

En el caso de las lineaciones magnéticas, el dique de dirección E-O muestra lineaciones también oblicuas a las pare-

des de los diques y paralelas entre sí, mayoritariamente verticales o fuertemente inclinadas, de dirección N60° E. El dique N-S, por su parte, presenta lineaciones con menor inclinación y perpendiculares a la pared del filón. Un aspecto interesante del estudio realizado radica sin duda, en la fuerte homogeneidad estructural que presentan las fábricas magnéticas, sin apenas registrar variaciones de borde a centro en ninguna de las secciones analizadas.

### Discusión

En los datos obtenidos sobre la fábrica magnética de los diques doleríticos que intruyen en el plutón de Panticosa, hay varias evidencias que deben ser destacadas. En primer lugar, la uniformidad en los datos obtenidos, tanto de la foliación como de la

lineación magnética. En nuestro caso, en todas las muestras analizadas, el elipsoide magnético deducido es oblató, lo que indica la existencia de fábricas planares.

Un segundo hecho que cabe destacar es que la orientación de la foliación magnética, hasta pocos centímetros del borde del dique, se mantiene oblicua a dicho borde. Además, se observa como existe una diferencia en el ángulo que la foliación magnética forma con las paredes de los diques doleríticos, según la familia de diques que se esté considerando. Así, los diques de la familia E-O presentan una oblicuidad de unos 30°, mientras que la relación angular entre las paredes de los diques de dirección N-S y las foliaciones magnéticas medidas es más elevada. En el caso de las lineaciones magnéticas, la diferencia es aun mayor, ya que en los diques del sis-

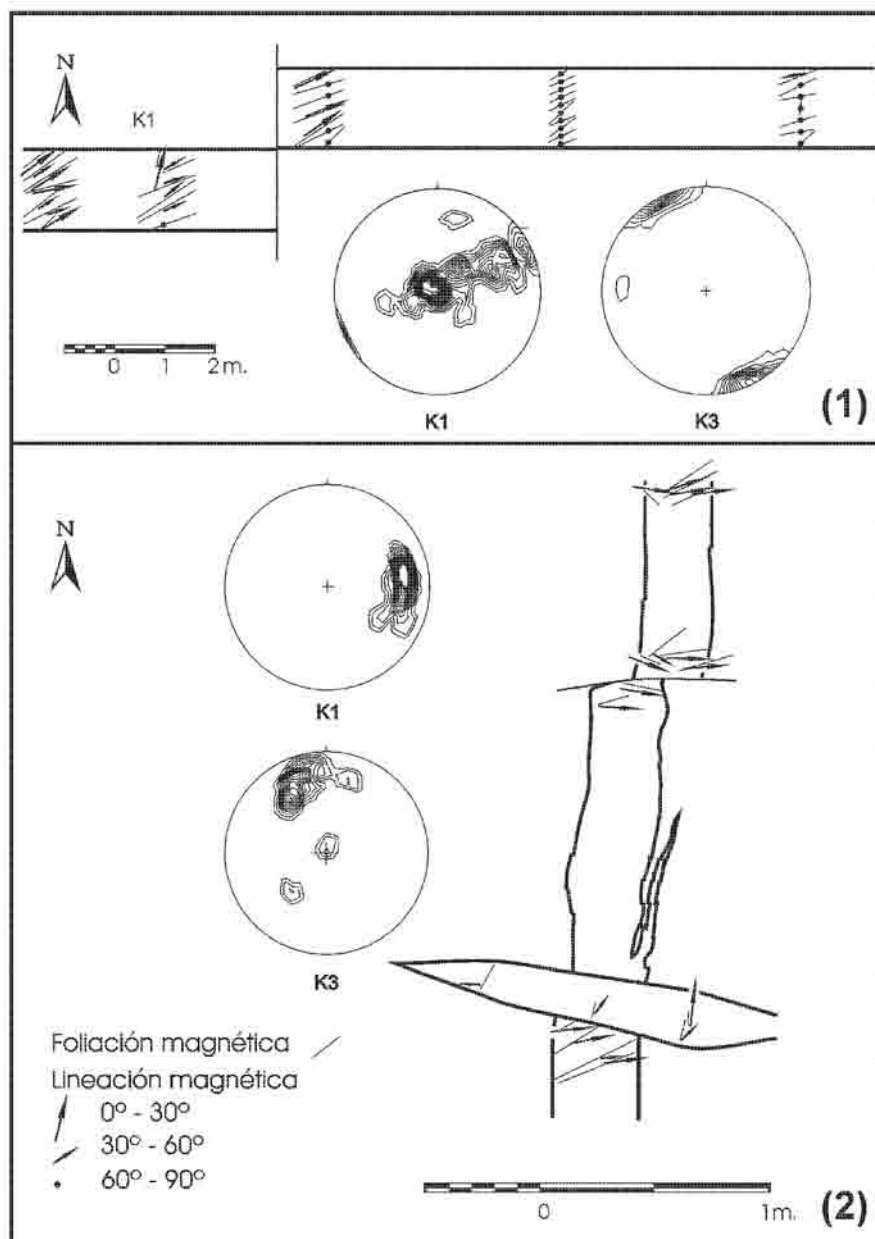


Fig. 3.- 1) Esquema cartográfico de los resultados de la fábrica magnética sobre un dique E-O (foliación y lineación magnética) y representación estereográfica de la lineación, K1 y de los polos de la foliación, K3. La localización aproximada del dique está señalada sobre la figura 1B. 2) Esquema cartográfico de los resultados de la fábrica magnética sobre un dique N-S, atravesado por otro E-O (Fig. 2B) y representación estereográfica de la lineación, K1 y de los polos de la foliación magnética, K3. La localización aproximada del dique está señalada sobre la figura 1B.

Fig. 3.- 1) Cartographic sketch of the magnetic fabric data on a E-W dyke (magnetic foliation and lineation) and stereographic diagram of K1 (lineation) and K3 (poles of the foliation). The approximate location of this dyke is marked on the Fig. 1B. 2) Cartographic sketch of magnetic fabric data on a N-S dyke intruded by an E-W dyke (Fig. 2B) and stereographic diagram of K1 (lineation) and K3 (poles of the foliation). The approximate location of the dyke is marked on the Fig. 1B.

tema E-O, la lineación tiene una fuerte inclinación o es subvertical, mientras que las medidas obtenidas sobre el sistema N-S son prácticamente subhorizontales.

También es interesante observar que los valores absolutos de K son más elevados en los diques del sistema E-O.

El emplazamiento del magma básico que ha dado lugar a los diques doleríticos aprovecha los sistemas de fracturación producidos por la intrusión del plutón de Panticosa. La homogeneidad en los datos de foliación y lineación magnética indican que estos diques se han emplazado durante un proceso de extensión oblicua a la dirección de los

mismos y que, de acuerdo con los datos obtenidos, tendría una orientación regional aproximada N60°E. Esta orientación, es coherente con el estiramiento asociado al campo de esfuerzos regionales propuesta para la intrusión del plutón de Panticosa (Santana, 2002). Atendiendo a los datos geocronológicos disponibles (Debon, 1975; Debon y Zimmermann, 1993), esta dirección de extensión se ha mantenido durante un lapso de unos 25 Ma., desde las primeras fases de la intrusión del plutón de Panticosa, hasta el emplazamiento de los diques doleríticos.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación CGL2004-00701/BTE y «Grupos Consolidados de Investigación» de la UPV/EHU.

#### Referencias

- Aífa, T., Lefort, J.P. y Gennoc, P. (1999). *Geophysical Journal Interior*, 139, 573-582.
- Bartolomeu Raposo, I., Chaves, A.O., Lojkasek-Lima, P., Souza D'Agrella-Filho, M. y Teixeira, W. (2004). *Tectonophysics*, 378, 43-63.
- Clark, D.A. (1999). *Exploration Geophysics*, 30, 5-6.
- Debon, F. (1975). *Les massifs granitoïdes à structure concentrique de Causerets-Panticosa (Pyrénées occidentales) et leurs enclaves: une étude pétrographique et géochimie*. Tesis Doctoral, Univ. de Nancy, n° 33, 420 p.
- Debon, F. y Zimmermann, J.L. (1993). *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 73, 421-433.
- Glizes, G., Leblanc, D., Santana, V., Olivier, Ph. y Bouchez, J.L. (1988). *Journal of Structural Geology*, 20, 1229-1245.
- Knight, M.D. y Walker, G.P.L. (1988). *Journal of Geophysical Research*, 93, 4301-4319.
- Rochette, P. (1987). *Journal of Structural Geology*, 9, 1015-1020.
- Santana, V. (2001). *El plutón de Panticosa (Huesca, Pirineos): Estructura y modelo de emplazamiento a partir del Análisis de la Susceptibilidad Magnética*. Tesis Doctoral, Univ. del País Vasco, 146 p.
- Santana, V. (2002). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 15, 175-191.
- Tarling, D.H. y Hrouda, F. (1993). *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. Chapman and Hall, 217 p.