



Estudio de las deformaciones en algunos diques del complejo filoniano Tardi-Hercínico de la Zona Sur del batolito del Montnegre (Cordillera Litoral Costero-Catalana)

Deformational processes in some dikes of the Tardi-Hercynian dike-complex of the Southwestern Montnegre batholith («Cordillera Litoral Costero-Catalana»)

UBANELL, A. G.; DOBLAS, M. y GOMEZ MAYOR, J.

En este trabajo, estudiamos las deformaciones de algunos diques del Complejo filoniano Tardi-Hercínico de la zona SW del batolito del Montnegre (Cordillera Litoral Costero-Catalana). Estos diques pre-Triásicos, presentan diferentes composiciones y directrices (dominando la NE-SW), y se hallan emplazados en un batolito granítico calco-alcalino postectónico con respecto al ciclo Hercínico (ENRIQUE, P., 1978; ENRIQUE, P., 1983; JULIVERT, M. y MARTINEZ, F. J., 1983; ENRIQUE, P. y DEBON, F., 1987; ENRIQUE, P. *et al.*, 1987; SERRA, A. y ENRIQUE, P., 1987).

En estos diques se observan deformaciones de origen intrusivo en los bordes de los mismos, similares a las que venimos describiendo desde hace algún tiempo en el Sistema Central Español (UBANELL, A. G. y DOBLAS, M., 1987a; DOBLAS, M. *et al.*, 1987; DOBLAS, M. *et al.*, en prensa).

Parece obvio que para tiempos Tardi-Hercínicos se produjo en esta zona un régimen extensional, originando un complejo filoniano esencialmente lineal (NE-SW). Finalmente, trataremos de enmarcar este episodio extensional Tardi-Hercínico, dentro de un marco global, comparando las características de esta zona con el Sistema Central Español, y los Pirineos.

Palabras clave: Diques deformados, Tardi-Hercínico, régimen extensional, Cataluña.

In this paper, we study the deformation of some dikes within the Tardi-Hercynian dike-complex of the southwestern Montnegre batholith («Cordillera Litoral Costero Catalana»). These dikes, which are mainly pre-Triassic in age, display different compositions and trends (dominantly NE-SW), and they were emplaced in a calc-alkaline granitic batholith, post-tectonic (with respect to the Hercynian cycle) (ENRIQUE, P., 1978; ENRIQUE, P., 1983; JULIVERT, M. & MARTINEZ, F. J., 1983; ENRIQUE, P. & DEBON, F. 1987; ENRIQUE, P. *et al.*, 1987; SERRA, A. & ENRIQUE, P. 1987).

In the borders of the dikes, we may observe intrusion-related deformational features, similar to the ones described in the dike-complex of the Spanish Central System (UBANELL, A. G. & DOBLAS, M. 1987a; DOBLAS, M. *et al.*, 1987; DOBLAS M. *et al.*, in press).

During Tardi-Hercynian times the area underwent extensional tectonics resulting in the emplacement of this linear-shaped dike-complex (NE-SW). Finally, we will include this Tardi-Hercynian extensional event within a generalized model, comparing the characteristics of the Catalonian province, with the Spanish Central System and the Pyrenees.

Key words: Deformed dikes, Tardi-Hercynian, extensional regime, Catalonia.

UBANELL, A. G., DOBLAS, M. y GOMEZ MAYOR, J. (Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid).

INTRODUCCION

Las investigaciones realizadas se han centrado en las deformaciones de los diques que afloran en el SW del macizo del Montnegre, en la Cordillera Litoral Costero-Catalana. Hemos escogido esta zona intermedia dentro de la Cordillera Costero-Catalana, porque parece la más adecuada para el estudio de las deformaciones Tardi-Hercínicas de los diques, ya que sufrió en menor grado el efecto de las deformaciones Alpinas, al contrario de lo que ocurre al NE, cerca de los Pirineos (MONTOTO SAN MIGUEL, M., 1969; MONTOTO SAN MIGUEL, M., 1970), y al SW, en las cercanías de la Cordillera Ibérica (GUIMERA, J., 1988).

Para el estudio, hemos utilizado una metodología que venimos empleando desde hace unos años en los diques félsicos EW del Sistema Central Español, donde se han interpretado ciertas deformaciones de borde,

como debidas a la propia intrusión filoniana (UBANELL, A. G. y DOBLAS, M., 1987a; DOBLAS, M. *et al.*, 1987; DOBLAS, M. *et al.*, en prensa).

La zona Costero-Catalana (Fig. 1A), constituye una Cordillera de tipo intermedio para tiempos Alpinos, en la cual se pueden distinguir tres unidades (LLOPIS LLADO, N., 1948; IGME, 1977a; SANTANACH, P. *et al.*, 1980; SANTANACH, P., 1983; JULIVERT, M. y MARTINEZ, F. J., (1983).

1. Un zócalo correspondiente al ciclo Hercínico, con rocas metamórficas y granitoides post-tectónicos.

2. Una cobertera, con materiales Mesozoicos que se adelgaza hacia el N.

3. Unos materiales post-orogénicos (con respecto al ciclo Alpino), rellenando fosas Neógenas/Cuaternarias.

El Macizo granítico del Montnegre, den-

tro del cual se emplazan los diques estudiados, pertenece a la Cordillera Litoral (o rama SE de la Costera Catalana), dentro de la denominada Unidad Septentrional de esta Cordillera (SANTANACH, P., 1983). Las características generales de estas rocas plutónicas han sido descritas por varios autores (ENRIQUE, P., 1978; ENRIQUE, P., 1983; JULIVERT, M. y MARTINEZ, F. J., 1983; SERRA, A. y ENRIQUE, P., 1987; ENRIQUE, P. *et al.*, 1987; ENRIQUE, P. y DEBON, F., 1987), siendo las más significativas las siguientes (Fig. 1B):

1. Constituyen una asociación plutónica calco-alcalina de la serie cálcica (índice de Peacock: 62), siendo granitos de tipo I, con un carácter epizonal y subvolcánico.
2. Presentan un amplio espectro de rocas, desde ultramáficas, pasando por tonalitas y granodioritas, hasta leucogranitos biotíticos.
3. Su edad, en conjunto, es de unos 269 M. a.
4. Presentan bandas miloníticas (a veces denominadas «pseudodiques»), que pueden ser atribuidas a deformaciones Tardi-Hercínicas (SAN MIGUEL, A. y BELTRAN, A. J., 1966; FERRER, A. *et al.*, 1985).

Los diques (Fig. 1C) presentan diferentes composiciones, tipologías, directrices y edades, y sus características de conjunto más importantes son (LLOPIS LLADO, N., 1948; IGME, 1972, 1976, 1977b, 1983a, 1983b; JULIVERT, M. y MARTINEZ, F. J., 1983; SERRA, A. y ENRIQUE, P., 1987; PARES, J. M., 1988):

1. Composiciones variadas, desde pórfidos riolíticos, hasta lamprófidos, con una historia de emplazamiento múltiple.
2. Edad Pérmica (ENRIQUE, P. y DEBON, F., 1987), salvo algunos diques básicos de direcciones NS (PARES, J. M., 1988).
3. Directriz predominante NE-SW, con algunas directrices secundarias (NW-SE, NS, etc...). En este sentido, la directriz pre-

dominante NE-SW condiciona la forma actual de la Cordillera Costero-Catalana (heredada de tiempos Tardi-Hercínicos) (TEIXELL, A., 1988).

4. Emplazamiento en niveles corticales altos, presentando a menudo formas irregulares «ameboides» en la cartografía.
5. Su emplazamiento corresponde a un régimen extensional Tardi-Hercínico.

Esta Provincia filoniana fue escogida y estudiada por nosotros, porque presenta, a primera vista, unas fuertes similitudes con la del Sistema Central Español, como son, composiciones y tipologías variadas, orientaciones lineales preferentes de los haces de diques, emplazamiento bajo un régimen extensional Tardi-Hercínico, y presencia de diques deformados (MONTOTO SAN MIGUEL, M., 1970; SERRA, A. y ENRIQUE, P., 1987). Sin embargo, y como veremos más adelante, el batolito del Montnegre dentro del cual se emplazan estos diques, pertenece a un ambiente geotectónico diferente del Sistema Central Español, y muy parecido al de los granitoides Tardi-Hercínicos de los Pirineos.

Proponemos un modelo geotectónico global para este episodio extensional Tardi-Hercínico, partiendo de dos provincias plutónicas contrastadas (el Sistema Central Español por un lado, y Cataluña/Pirineos por el otro), afectadas por un régimen extensional correlacionable en su conjunto.

DEFORMACIONES OBSERVADAS EN LOS DIQUES

Los diques estudiados, forman un haz predominante NE-SW, con unas familias secundarias N-S a NW-SE. Se trata esencialmente de pórfidos riolíticos (los más abundantes, correspondientes además a la directriz NE-SW) y pórfidos básicos y lamprófidos. Presentan, en planta, abundantes formas irregulares «ameboides», relacionadas probablemente con el nivel de emplazamiento tan superficial que han alcanzado.

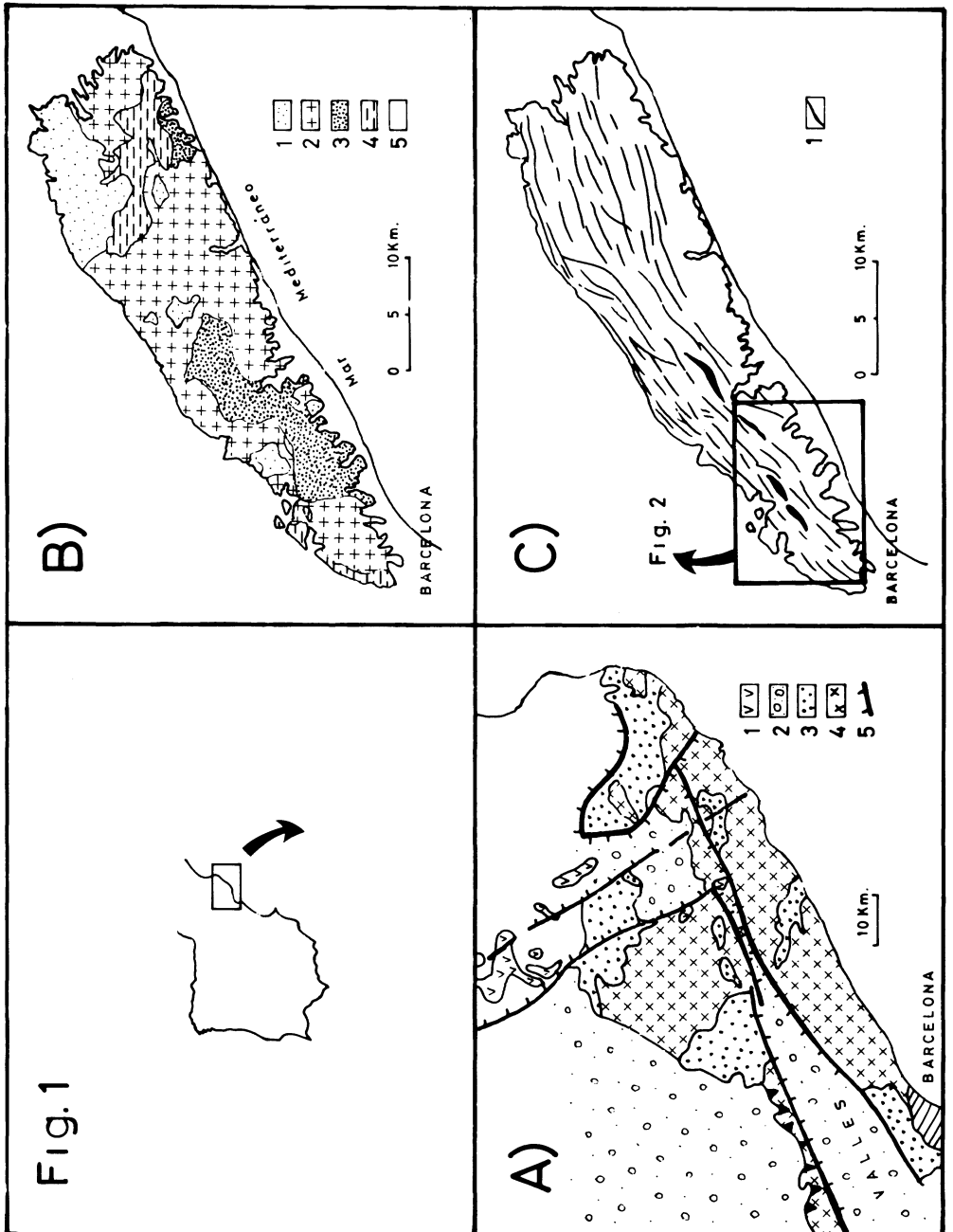


Fig. 1. ESQUEMAS GEOLOGICOS DE LA ZONA ESTUDIADA: A) Mapa Geológico simplificado. 1.—Rocas volcánicas terciarias; 2.—Sedimentos terciarios; 3.—Rocas metamórficas; 4.—Granitoides; 5.—Fallas. B) Unidades graníticas del Macizo del Montnegre. 1.—Granitos; 2.—Granodioritas; 3.—Zonalitas; 4.—Rocas encajantes; 5.—Materiales Postterciarios. C) Principales haces de diques del Macizo del Montnegre. 1.—Diques de pórfido.

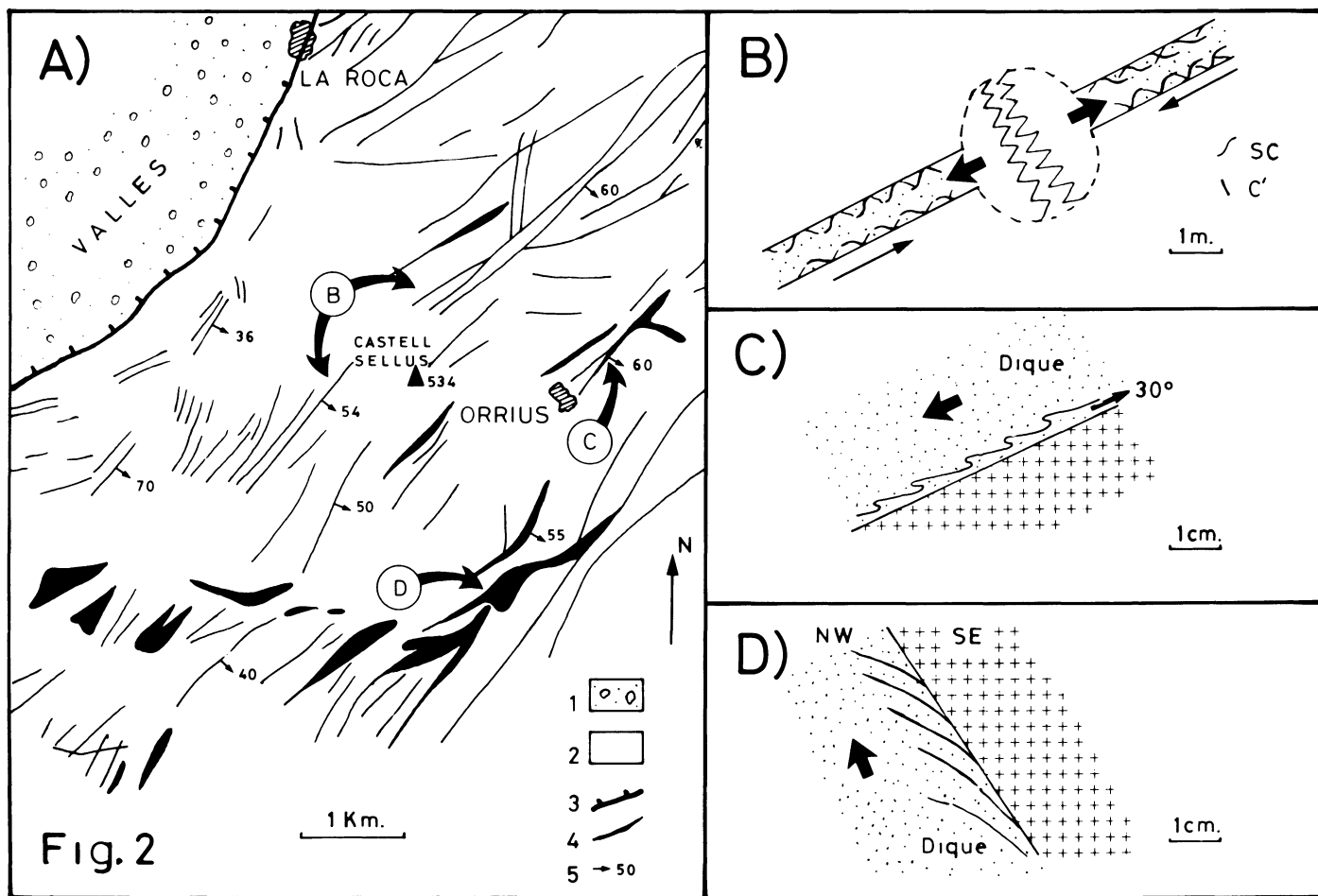
Los pórfidos riolíticos tienen un buzamiento generalizado hacia el SE (Fig. 2), y su aspecto es totalmente subvolcánico con grandes cristales euhedrales y golfos de corrosión. Los diques básicos son a menudo microcristalinos, y destacan fuertemente en los afloramientos por sus tonos oscuros con respecto a las rocas de caja. Generalmente, la relación temporal que se suele observar en el campo, es que los diques básicos forman una familia posterior a los diques félsicos. Una de las características más notables de los pórfidos riolíticos, es la presencia de bordes enfriados, en los que los fenocristales son muy escasos. Finalmente, la relación genética-temporal entre estos diques y las fracturas a lo largo de las cuales se emplazan, pueden observarse a menudo.

En estos diques (Fig. 2A), se han observado una serie de deformaciones de borde, que se pueden explicar como debidas al propio proceso de intrusión filoniana. Este tema, viene siendo objeto de algunas de nuestras recientes publicaciones (UBANELL, A. G. y DOBLAS, M., 1987a; DOBLAS, M. *et al.*, 1987; DOBLAS, M. *et al.*, en prensa). Uno de los diques básicos estudiados (Fig. 2B), presenta en el borde Sur unas deformaciones fluidales oblicuas y curvas, que indican el sentido de la intrusión (que en este caso es subvertical de abajo a arriba). Corresponden a una fábrica oblicua coincidente más o menos con el plano XZ de la deformación, generada por el empuje del magma al intruir en la roca encajante (similares cinemáticamente a los planos S), y cuya inclinación indica el sentido del movimiento inyectivo. Estas fábricas son parecidas a las descritas recientemente por BLUMENFELD, P. y BOUCHEZ, J. L. (1988), en los bordes de intrusiones plutónicas (fábricas SS'). En uno de los pórfidos riolíticos estudiados (Fig. 2C), se puede observar que su borde SE presenta unas deformaciones fluidales, con micropliegues de arrastre asimétricos, y porfiroclastos rotados del tipo δ y θ (PASSCHIER, C. W. y SIMPSON, C., 1986; TAKAGI, H. y ITO, M., 1988), indi-

cando una intrusión subhorizontal desde el NE. El caso más espectacular corresponde al representado en la Figura 2D. Se estudiaron dos diques NE-SW a ambos lados de una masa filoniana ameboide (según la cartografía), que presentan unas deformaciones de borde características, estando el centro desprovisto de deformación. El dique al NE presenta en sus bordes unas fábricas de tipo SCC' que indican claramente una intrusión subhorizontal dirigida desde el SW (con sentidos de movimiento opuestos en ambos bordes). Sin embargo, en el dique al SW de la masa filoniana, se observan unas fábricas SCC' similares, pero que indican una intrusión subhorizontal dirigida esta vez, desde el NE. Este caso es muy parecido al que describimos en el Sistema Central Español para el plutón de dos micas de El Berrocal, y el dique porfídico deformado de Paredes de Escalona/Navamorcuende (UBANELL, A. G. y DOBLAS, M., 1987a). En el caso aquí analizado, la zona central que se supone es foco emisor de estos diques, tiene una composición de pórfido riolítico similar a la de los diques, y esta situación se puede interpretar como un relleno lateral de dos fracturas tardías, partiendo de un foco emisor correspondiente a la zona apical expandida de un dique principal.

DISCUSION

Los diques estudiados en el SW del batolito del Montnegre presentan unas deformaciones de borde que pueden explicarse por el propio proceso de intrusión filoniana. En el caso del Montnegre, aparece un hecho muy interesante, que no había sido observado en el Sistema Central Español: la intrusión de los diques básicos parece ser subvertical, de abajo a arriba, mientras que los diques félsicos presentan, al igual que en el Sistema Central Español, unas direcciones de intrusión subhorizontales. Esta característica o comportamiento contrastado entre las tipologías básicas y ácidas hará el objetivo de futuras investigaciones.



El estudio e interpretación de fábricas de la deformación en los bordes de diques, en relación con el propio proceso de intrusión filoniana, es un tema de máxima actualidad dentro de la literatura especializada, y ya son numerosos los ejemplos que han sido descritos en diferentes partes del mundo (BLANCHARD, J. P. *et al.*, 1979; BLUMENFELD, P., 1983; SHELLEY, D., 1985; BAER, G. y RECHES, Z., 1987; CHOWN, E. H. y ARCHAMBAULT, G., 1987; GREENOUGH, J. D. *et al.*, 1988).

El complejo filoniano Tardi-Hercínico del batolito del Montnegre, presenta muchas similitudes con el Sistema Central Español, tales como:

1. Edad pre-Triásica en su gran mayoría.
2. Directrices preferentes lineales (NE-SW en Cataluña y E-W en el Sistema Central Español).
3. Variada tipología composicional, con un predominio de los pórfidos félsicos.
4. Presencia de deformaciones de borde relacionadas con el propio proceso de intrusión filoniana.
5. Emplazamiento bajo un régimen extensional Tardi-Hercínico.

Sin embargo, estas dos Provincias filonianas presentan diferencias esenciales:

1. En Cataluña, el Sistema predominante NE-SW presenta un buzamiento generalizado al SE, mientras que en el Sistema Central Español este buzamiento es hacia el N, en una red filoniana orientada según W-E. Debemos tener en cuenta que en el caso Catalán, ha existido una rotación de conjunto hacia el NW de la Cordillera Litoral, según un eje subhorizontal NE-SW al generarse en tiempos Neógenos el «semigraben» asimétrico del Vallés-Penedés (FONTBOTE, J. M., 1954; CASAS, A. y PERMANYER, A., 1981; IGME, 1977a; SANTANACH, P., 1983; JULIA, R. y SANTANACH, P., 1983; CASAS, A. y ESCANASY, M. T., 1988; PARES, J. M., 1988).

Este hecho viene corroborado por los datos de paleoinclinaciones obtenidos en algunos diques de la zona (PARES, J. M., 1988). De todos modos la gran diferencia de buzamientos existentes entre las dos Provincias filonianas, no se llega a explicar sólo con esta rotación, y para ello, una solución viene dada dentro del modelo global que proponemos al final de este trabajo.

2. En Cataluña, representan un nivel de emplazamiento más alto (SERRA, A. y ENRIQUE, P., 1987), con mayor densidad de diques, y numerosas formas ameboides características de zonas apicales de diques.

Los granitoides posttectónicos (respecto del ciclo Hercínico) en que se emplazan estos diques, corresponden a ambientes geotectónicos diferentes en Cataluña y en el Sistema Central Español. En Cataluña, corresponden a una asociación plutónica calco-alcalina de la serie cálcica, con granitoides del tipo I de márgenes continentales, carácter epizonal y subvolcánico (un batolito en su zona más apical), abundantes tipos básicos e intermedios, edades de unos 269 Ma, y relaciones Sr^{87}/Sr^{86} iniciales de 0.710 (ENRIQUE, P., 1978; JULIVERT, M. y MARTINEZ, F. J., 1983; ENRIQUE, P., 1983; SERRA, A. y ENRIQUE, P., 1987; ENRIQUE, P. *et al.*, 1987; ENRIQUE, P. y DEBON, F., 1987). En el Sistema Central Español, sin embargo, constituyen una asociación calcoalcalina atípica de tendencia alumino-cafémica, con granitoides del tipo S de anatexia cortical, con carácter mesozonal, pocos tipos básicos e intermedios, edades que oscilan entre 275 y 340 Ma, y relaciones Sr^{87}/Sr^{86} iniciales de 0.706 a 0.716 (FUSTER, J. M. y VILLASECA, C., 1987; IBARROLA, E. *et al.*, 1987).

Por otra parte, tal y como señalan algunos autores (ENRIQUE, P. *et al.*, 1987; ENRIQUE, P. y DEBON, F., 1987), el ambiente geotectónico parece ser el mismo para los granitoides de Cataluña y los de Pirineos, correspondiendo en su conjunto a una zona de margen continental.

En el Sistema Central Español, el em-

plazamiento de la red filoniana de diques félsicos EW se explicó dentro de un modelo de «detachments» extensionales Tardi-Hercínicos buzantes al N, que evolucionarían por denudación tectónica y «rebote» isostático, hasta producir un abovedamiento cortical en el cual se emplazarían las rocas filonianas (DOBLAS, M., 1987; UBANELL, A. G. y DOBLAS, M., 1987b). La actuación continuada de este sistema extensional, produjo una rotación cortical antitética, resultando el buzamiento actual hacia el N de esta red filoniana.

Durante los tiempos Tardi-Hercínicos (Estefaniense/Pérmico), en el conjunto de la Provincia plutónica de Cataluña/Pirineos, y en parte del SW de Francia, prevalecía un ambiente geotectónico extensional con las siguientes características:

1. Emplazamiento de una red filoniana según unas directrices predominantes NE-SW en la Cordillera Litoral Costero Catalana.
2. Presencia de «semigrabens» asimétricos con sedimentos y extrusiones volcánicas Estefano/Pérmicas, rodeando a la actual «Zona Axial» de los Pirineos (BIXEL, F. y LUCAS, C., 1983; MARTI, J. y MITJAVILA, J., 1988).
3. Exhumación, en la «Zona Axial» de los Pirineos, del «Metamorphic Core Complex» del Macizo de Hospitalet (rodeado de milonitas), a favor de una zona de cizalla extensional de bajo ángulo (EECKHOUT, B. V. D., 1986; EECKHOUT, B. V. D. y ZWART, H. J., 1988).

4. Presencia de una banda extensional con depósitos Pérmicos (Banda de «Brive»), en el SW de Francia, con una dirección actual NW-SE (DEBELMAS, J., 1986).

Teniendo en cuenta la posición que ocupaba la Península Ibérica en tiempos Tardi-Hercínicos (antes de la apertura del Golfo de Vizcaya; MATTE, Ph. y HIRN, A., 1988), proponemos como hipótesis de trabajo, a investigar en un futuro, el siguiente modelo para la zona que incluye la Cordillera Litoral Costero-Catalana, los Pirineos en su zona axial, y el SW de Francia: las deformaciones extensionales de esta región pueden englobarse, en su conjunto, dentro de un modelo de detachments buzantes al Sur desde el SW de Francia, y que generarían unas zonas de abovedamiento cortical hacia el Sur. De este modo, se explica satisfactoriamente el Núcleo exhumado del Macizo de Hospitalet, las cuencas con sedimentos y vulcanismos Estefano-Pérmicos que bordean a la zona axial de los Pirineos, y los haces de dique lineales NE-SW de la Cordillera Litoral Costero-Catalana con su buzamiento al SE.

AGRADECIMIENTOS

Se agradecen los comentarios constructivos de C. Villaseca. Asimismo agradecemos la labor fotográfica de D. Jesús Sánchez Corral y la mecanografía de D.^a M.^a Teresa G del Alamo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BAER, G. y RECHES, Z. (1987). Flow Patterns of magma in dikes, Makhtesh Ramón, Israel. *Geology*, V. 15, p. 569-572.
- BIXEL, F. y LUCAS, C. (1983). Magmatisme, tectonique et sédimentation dans les fossés Stéphano-Permiens des Pyrénées Occidentales. *Rev. Geol. Dynam. Geogr. Phys.*, V. 24 (2), p. 329-342.
- BLANCHARD, J. P., BOYER, P. y GAGNY, C. (1979). Un nouveau critère de sens de mise en place dans une caisse filonienne: le «pincement» des minéraux aux épontes. *Tectonophysics*, V. 53, p. 1-25.
- BLUMENFELD, P. (1983). Le «Tuilage des mégacrists», un critère d'écoulement rotationnel pour les fluidalités des roches magmatiques. Application au granite de Barbey-Sérour (Vosges, France). *Bull. Soc. Geol. France*, V. 7, t-25, n.º 3, p. 309-318.
- BLUMENFELD, P. y BOUCHEZ, J. L. (1988). Shear criteria in granite and migmatite deformed in the magmatic and solid states. *Jour. Struct. Geol.*, V. 10, n.º 4, p. 361-372.
- CASAS, A. y PERMANYER, A. (1981). Disposición y estructura del zócalo de la Depresión Terciaria del Penedés. *Rev. Inst. Invest. Geol.*, V. 35, p. 23-30.
- CASAS, J. P. y ESCASARY, M. T. (1988). Mapa de anomalías gravimétricas residuales de Catalunya: algunos ejemplos de interpretación cuantitativa. *II Cong. Geol. España*. Comunicaciones V. 2, p. 239-241.
- CHOWN, E. H. y ARCHAMBAULT, G. (1987). The transition from dyke to sill in the Otish Mountains, Quebec; relations to host-rock characteristics. *Can. Jour. Earth. Sci.*, V. 24, p. 110-116.
- DEBELMAS, J. (1986). The Variscan heritage as an origin of the french sedimentary basins. *Bull. Cent. Rech-Explor. Produc. Elf Aquitaine*, V. 10 (1), p. 151-161.
- DOBLAS, M. (1987). Tardi-Hercynian extensional and transcurrent tectonics in Central Iberia. En: Resúmenes «*Conference on Deformation and Plate Tectonics*», Gijón. Universidad de Oviedo, p. 29.
- DOBLAS, M., UBANELL, A. G. y GOMEZ MAYOR, J. (1987). Criterios del sentido de la inyección en diques. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, V. 12, p. 193-205.
- DOBLAS, M., UBANELL, A. G. y VILLASECA, C. (en prensa). Deformed porphyry dikes in the Spanish Central System. *Rend. Soc. Ital. Min. Petr.*.
- ECKHOUT, B. V. D. (1986). A case study of a mantled gneiss antiform. The Hospitalet Massif, Pyrenees (Andorra, France). *Geol. Ultr.* n.º 45, pp. 193.
- ECKHOUT, B. V. D. y ZWART, H. J. (1988). Hercynian crustal-scale extensional shear zone in the Pyrenees. *Geology* V. 16, p. 135-138.
- ENRIQUE, P. (1978). Las rocas graníticas de la Cordillera Litoral Catalana, entre Mataró y Barcelona. *Acta Geol. Hisp.*, t. 13, n.º 3, p. 81-86.
- ENRIQUE, P. (1983). Existencia de una asociación plutónica intermedia-máfica-ultramáfica de edad herciniana en el Macizo del Montnegre (Cordillera Litoral Catalana). *Rev. Inst. Inv. Geol.*, V. 36, p. 25-38.
- ENRIQUE, P. y DEBON, F. (1987). Le pluton Permien calcoalcalin de Montnegre (chaînes Cotières Catalanes, Espagne): étude isotopique Rb-Sr et comparaison avec les granites hercyniens des Pyrénées, Sardaigne et Corse. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 305, Serie II, p. 1157-1162.
- ENRIQUE, P., SERRA, P. R. y CASANOVA, I. (1987). A new approach to discrimination of Hercynian granitic association using major-element geochemistry. Application to granitoids of the Iberian Peninsula and Pyrenees. *Ric. Sci. educ. Perm.*, n.º 59a, p. 93.
- FERRER, A., FONT, X y VILADEVALL, M. (1985). Tipología de las mineralizaciones de baritina de la Cadena Costero Catalana (el ejemplo del sector del Congost, Barcelona). *Rev. Inst. Inv. Geol.*, V. 40, p. 103-113.
- FONTBOTE, J. M. (1954). Sobre la evolución tectónica de la depresión del Vallés-Penedés. *Arrahona* (Publicaciones del Museo de Sabadell), 37 pp.
- FUSTER, J. M. y VILLASECA, C. (1987). El Complejo plutónico Hercínico-Tardihercínico del Sistema Central Español. En: «*Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*», Libro Homenaje a L. C. García de Figuerola, Editorial Rueda, Madrid, p. 27-35.
- GREENOUGH, H. D., RUFFMAN, A. y OWEN, J. V. (1988). Magma injection directions inferred from a fabric study of the Popes Harbour dike, eastern shore, Nova Scotia, Canada. *Geology*, V. 16, p. 547-550.
- GUIMERA, J. (1988). Rasgos principales de las estructuras compresivas y distensivas Alpinas de las «Ibéricas» orientales. *II. Cong. Geol. España*, Comunicaciones, V.2, p. 149-152.
- IBARROLA, E., VILLASECA, C., VIALETTE, Y., FUSTER, J. M., NAVIDAD, M. y CASQUET, C. (1987). Dating of Hercynian granites in the Sierra de Guadarrama (Spanish Central System). En: «*Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*», libro Homenaje a L. C. García de Figuerola, Editorial Rueda, Madrid, p. 377-383.
- IGME, (1972). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, hoja de Calella (394).
- IGME, (1976). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, hoja de Mataró (393).
- IGME (1977a). Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, y memoria. Escala 1.1.000.000.

- IGME (1977b). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, hoja de Barcelona (421).
- IGME (1983a). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, hoja de Blanes (365).
- IGME (1983b). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, hoja de San Feliú de Guixols (366).
- JULIA, R. y SANTANACH, P. (1983). Las fosas neógenas del Litoral Catalán. *En., Libro Jubilar J. M. Ríos, Tomo II. IGME Editor*, 529-536.
- JULIVERT, M. y MARTINEZ, F. J. (1983). El Paleozoico de las Cadenas Costeras Catalanas. *En., Libro Jubilar J. M. Ríos, Tomo I, IGME Editor*, p. 529-536.
- LLOPIS LLADO, N. (1948). Sobre la tectónica del granito de las Sierras de Levante de Barcelona. *Est. Geol.*, V. 8, p. 187-208.
- MÀRTI, J. y MITJAVILA, J. (1988). El volcanismo tardihercínico del Pirineo Catalán II: Caracterización de la actividad explosiva. *Acta Geol. Hisp.*, V. 23, n.º 1, p. 21-31.
- MATTE, Ph. y HIRN, A. (1988). Seismic signature and tectonic cross section of the Variscan crust in Western France. *Tectonics*, V. 7, n.º 2, p. 141-155.
- MONTOTO SAN MIGUEL, M. (1969). Mineralogía de los granitos Costero-Catalanes. *Rev. Inst. Inv. Geol.*, V. 23, p. 15-42.
- MONTOTO SAN MIGUEL, M. (1970). Acción tectónica y transformaciones mineralógicas en rocas graníticas. *Bol. Geol. Min.*, T. 81 (2-3), p. 192-198.
- PARES, J. M. (1988). Estudio paleomagnético de algunas rocas filonianas del NE de Cataluña. *II Cong. Geol. España. Comunicaciones V.2*, p. 169-172.
- PASSCHIER, C. W. y SIMPSON, C. (1986). Porphyroclast systems as kinematic indicators. *Jour. Struct. Geol.* V. 8, p. 831-843.
- SAN MIGUEL, A. y BELTRAN, A. J. (1966). Estudio petrológico de los diques de pórfidos graníticos de la garganta del Ter entre El Pasteral y Susqueda (Gerona). *Rev. Inst. Inv. Geol.*, V. 20, p. 73-81.
- SANTANACH, P. (1983). Los Catalánides. *En. Libro Jubilar J. M. Ríos, Tomo II, IGME Editor*, p. 120-130.
- SANTANACH, P., SANZ DE GALDEANO, C. y BOUSQUET, J. C. (1980). Neotectónica de las regiones mediterráneas de España (Cataluña y Cordilleras Béticas). *Bol. Geol. Min.*, T. 91, (2), p. 417-440.
- SERRA, A. y ENRIQUE, P. G. (1987). The subvolcanic nature of the late-Hercynian calc-alkaline plutonics from Southern Catalonian Coastal Ranges (NE Spain). *Ric. Sci. educ. Perm.*, n.º 59a, p. 153-154.
- SHELLEY, D. (1985). Determining paleo-flow directions from groundmass fabrics in the Lyttelton radial dykes, New Zealand. *Jour. Volc. Geoth. Resour. Res.*, V. 25, p. 69-79.
- TAKAGI, H. y ITO, M. (1988). The use of asymmetric pressure-shadows in mylonites to determine the sense of shear. *Jour. Struct. Geol.*, V. 10, n.º 4, p. 347-360.
- TEIXELL, A. (1988). Desarrollo de un anticlinorio por transpresión, aislando una cuenca sedimentaria marginal (borde oriental de la Cuenca del Ebro, Tarragona). *Rev. Soc. Geol. España*, V. 1, (1-2), p. 229-238.
- UBANELL, A. G. y DOBLAS, M. (1987a). Los diques aplíticos deformados de Paredes de Escalona-Navamorcuede (SW del Sistema Central Español): Su relación con la intrusión. *En., «Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico», Libro Homenaje a L. C. García de Figuerola, Editorial Rueda, Madrid*, p. 393-403.
- UBANELL, A. G. y DOBLAS, M. (1987b). Modelos Geotectónicos de los diques EW en el Sistema Central Español. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, V. 12, p. 183-191.