Petrología, geoquímica y emplazamiento de diques de composición granodiorítica al sur del complejo plutónico de la Maladeta. (Zona Axial Pirenaica)

Petrology, geochemistry and emplacement of granodioritic dykes south of Maladeta plutonic complex (Pyrenean Axial Zone)

J.García Bellés (*), M. Lago San José (*), E. Arranz Yagüe (*) y J.I. Valenzuela Ríos (**)

(*).Departamento de Ciencias de la Tierra,Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza.
(**).Departamento de Geología, Universitat de València,46100 Burjassot (València).

ABSTRACT

A set of granodioritic dykes, related to the main intrusive episode of the Maladeta Plutonic Complex, is studied. These dykes, that follow the main cleavage strike, cut across deformed Paleozoic country rocks. Their composition (mineralogical and geochemical) is calk-alkaline and their emplacement was controlled by the previous hercynic structure and by a transtensive regime during their interval of emplacement.

Key words: *dykes, granodioritic, calk-alkaline, Maladeta, Axial Pyrenees.*

Geogaceta 23 (1998), 59-62
ISSN: 0213683X

Introducción

Se estudia un conjunto de diques, con composición granodiorítica y afinidad calco-alcalina, situados en el borde S del Complejo Plutónico de Maladeta (C.P.M.), al N de las provincias de Huesca y Lérida, emplazados en materiales paleozoicos que abarcan desde el Silúrico hasta el Carbonífero Inferior de las Unidades I, II y III definidas por Valenzuela-Ríos (1994). El sector estudiado (Fig.1) comprende un conjunto de materiales estructurados en una serie de cabalgamientos alpinos (Senet, Bono y Gelada) que conservan en su interior la estructuración hercínica.

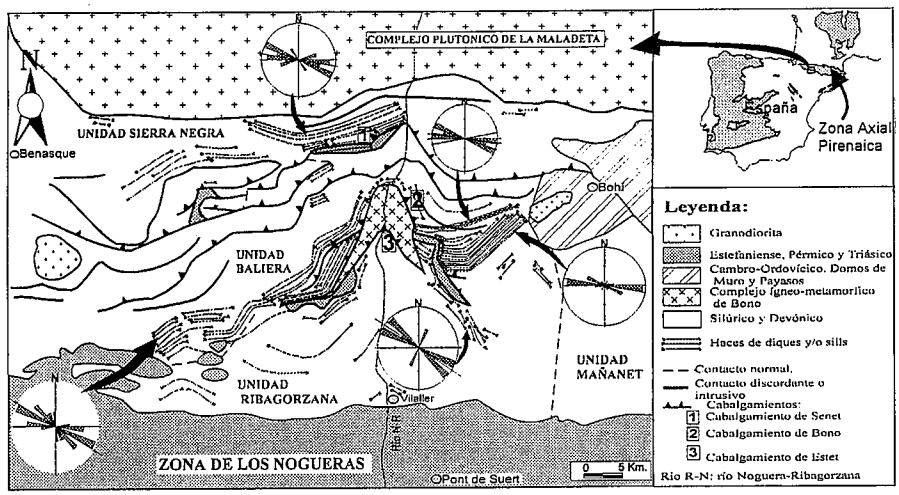

Fig. 1.Esquema estructural, basado en Mey (1967), con aportaciones propias.

Fig. 1.- Structural sketch (modified from Mey, 1967)

Estructura

La estructura de la zona estudiada (Fig.1) está definida por una serie de cabalgamientos alpinos, vergentes al N, que -de N a S- dividen la zona en tres unidades claramente diferenciadas: Unidad de Sierra Negra, Unidad de Baliera y Unidad Ribagorzana. Los diques de pórfidos granodioríticos se emplazan en las unidades de Baliera y Ribagorzana, no habiéndose cartografiado ninguno en la unidad de Sierra Negra. Estos diques presentan una orientación general constante, en ambas unidades, con promedio en N90-110 (Fig.1). Esta orientación coincide con las direcciones de la esquistosidad principal hercínica S_p (S2 de Mey, 1967; SH3 de Poblet, 1991). Las relaciones de campo permiten obervar que los diques intruyen a favor de los planos de discontinuidad definidos por esta esquistosidad y cortan a estructuras mayores relacionadas con la fase principal hercínica; a su vez, estos diques resultan fosilizados, junto a su encajante, por los materiales del Triásico inferior (en facies Buntsandstein). Su emplazamiento es, en consecuencia, post-fase principal hercínica a pre-Trías inferior (Fig.1).

Petrología

Los diques hipovolcánicos presentan una textura porfídica, actualmente holocristalina, con fenocristales de plagioclasa, biotita y, localmente, anfíbol. Son frecuentes los fenocristales de apatito, esfena y allanita. La pasta es

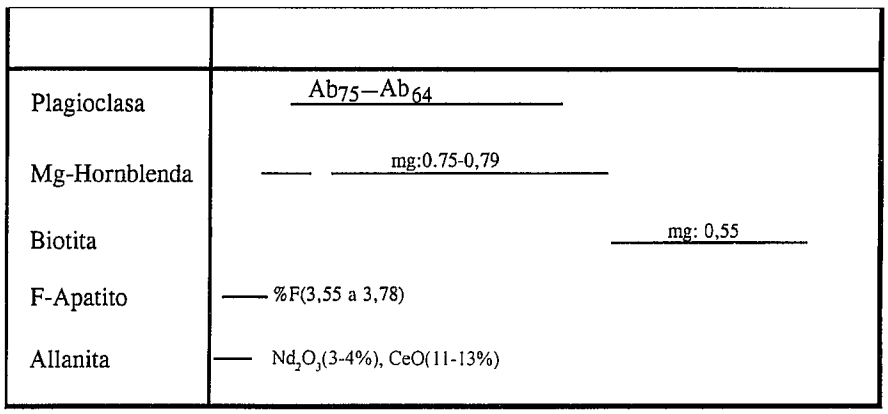

Fig. 2.-Secuencia de cristalización para los pórfidos granodioríticos.

Fig. 2.-Granodioritic porphyries crystallization sequence

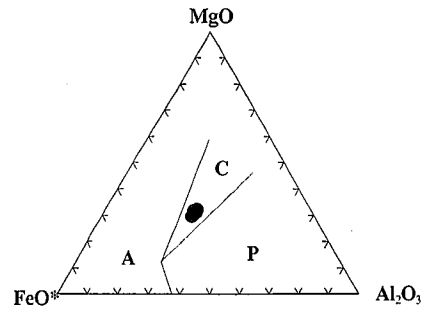

Fig. 5.-Diagrama ternario FeO-MgO-Al_2O_3 según Abdel-Rahman (1994), para caracterizar la afinidad de biotitas.

Fig. 5.- Characterization of biotite affinity after Abdel-Rahman (1994).

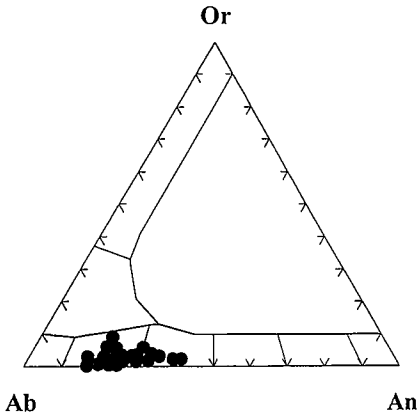

Fig. 3.-Triángulo Ab-An-Or de clasificación de plagioclasas.

Fig. 3.- Plagioclase classification diagram (Ab-An-Or)

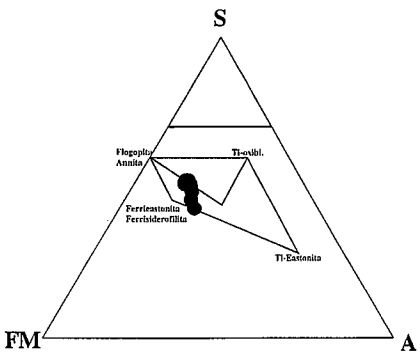

Fig. 4.-Diagrama ternario de Dymek (1983) para micas.

Fig. 4.- Biotite classification diagram (Dymek 1983)

microcristalina y está compuesta principalmente por cuarzo, plagioclasa y, en menor proporción, por biotita y opacos. La asociación mineral primaria la componen: Plagioclasa +Anfíbol +Biotita ±Apatito± Allanita ±Esfena ±Opacos y la secuencia de cristalización se indica en la Fig.2. La asociación mineral secundaria está constituida por Epidota (Pistacita) +Clorita +Carbonatos; la alteración de estos diques llega a ser muy intensa y afecta, sobre todo, a biotitas y anfíboles que pueden alcanzar una cloritización casi completa, en tanto que la carbonatación afecta, de forma prioritaria, a la matríz.

Mineralogía

La composición mineral (CAMECA SX-50, Universidad de Oviedo) incluye análisis de plagioclasa, biotita, anfibol, apatito y allanitas.

Los fenocristales de *plagioclasa* muestran (Fig.3) un rango de Ab_{72}-Ab_{65} (Oligoclasa-Andesina) sin observarse variaciones centro-borde. Esta uniformidad indicaría una cristalización constante durante una etapa prolongada continuada por los microcristales de la mesostasia.

Las *biotitas* corresponden a términos intermedios en la serie Ferri eastonita-Flogopita representados en el diagrama S-A-FM (Dymek, 1983; Fig.4); los valores del parámetro *mg* varían en el rango 0,43-0,54. La afinidad calco-alcalina de estas biotitas está ilustrada en su adscripción al campo C empleando el diagrama FeO*-MgO-Al_2O_3 (Abdel-Rahman, 1994; Fig.5).

Los *anfíboles* presentan, en su mayor parte, una gran cloritización. Su compo-

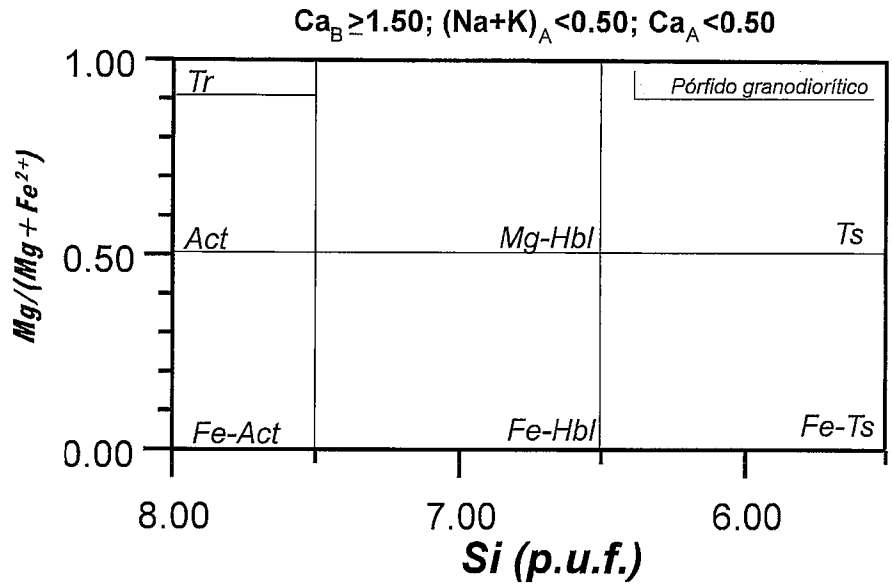

Fig. 6.-Clasificación de los anfiboles analizados según la I.M.A. (1997).

Fig. 6.- Amphibole classification after I.M.A. (1997) recommendations.

MUESTRA	jgb-16	jgb-42	jgb-44	jgb-53
SiO_2	61.90	66.35	64.79	65.73
TiO_2	0.79	0.54	0.68	0.62
Al_2O_3	16.41	16.54	16.41	16.02
MnO	0.06	0	0.04	0.06
MgO	2.70	1.6	2	2.34
CaO	4.04	3.11	3	3.16
Na_2O	4.39	3.87	4.08	3.95
K_2O	2.73	2.59	3.06	3.03
P_2O_5	0,56	0,33	0,43	0,49
Fe_2O_3	4,06	2,95	3,45	3,21
LOI	2.32	2.25	1.36	2.04
Total	**99,96**	**98,18**	**101,87**	**100,65**
(p.p.m.)Ba	1091.23	804.328	1020.43	1164.80
Rb	62.043	69.126	78.7840	82.266
Sr	1130.90	815.134	824	846.257
Ta	1.852	0.621	0.793	0.696
Nb	16.062	9.589	13.351	12.097
Hf	3.242	1.092	1.946	3.376
Zr	120.2	33.666	68.123	122.354
Ti	4735,26	1978	2577,4	2937
Y	17.861	14.484	14.036	14.548
Th	23.423	15.874	22.43	23.897
Cr	14.621	12.970	13.438	28.132
Ni	9.099	5.461	8.943	23.918
Co	7.096	4.968	5.015	6.813
V	73.996	42.847	57.944	56.842
Cu	2.234	3.676	6.533	11.435
Pb	15.767	15.278	15.808	14.260
Zn	103.222	103.222	79.509	93.458
La	82.447	56.082	70.941	80.201
Ce	159.704	105.259	132.995	155.045
Pr	18.017	11.832	15.328	18.106
Nd	62.441	40.601	52.009	63.082
Sm	8.853	5.848	7.367	9.004
Eu	2.059	1.402	1.527	1.994
Gd	6.23	4379	4.995	5.961
Tb	0.803	0.584	0.59	0.698
Dy	3.801	3.078	3.151	3.015
Ho	0.675	0.599	0.533	0.546
Er	1.554	1.181	1.302	1.177
Tm	0.227	0.165	0.174	0.176
Yb	1.411	0.962	1.127	1.01
Lu	0.194	0.127	0.154	0.134

Tabla 1.-Tabla de análisis de elementos mayores, trazas y REE de 4 muestras de pórfido granodiorítico.

Table 1.- Analysis of major, trace and REE elements of 4 samples.

sición en cristales bien conservados es de *Mg-Hornblenda* (IMA, 1997; Fig.6).

Los *apatitos*, en cristales de gran desarrollo, muestran altos contenidos en F (3,5 a 3,7%) y menores en Cl (0,05-0,2 %) adscribibles, pues, a *F-apatitos*. Las *allanitas*, no metamícticas, presentan una composición bastante homogénea; destaca su alto contenido en Ce (11%) y presentan concentraciones menores en Nd (4%), La e Y. En diversos perfiles analíticos efectuados no se observan evidencias de sustituciones destacadas como, por ejemplo, la del tipo $3Ca^{2+} \leftrightarrow 2REE^{3+}$ en posiciones A (Peterson y McFarlane, 1993) pues, es manifiesto, un valor constante en Ca y en sus REE; esta uniformidad indicaría una única etapa de cristalización para las

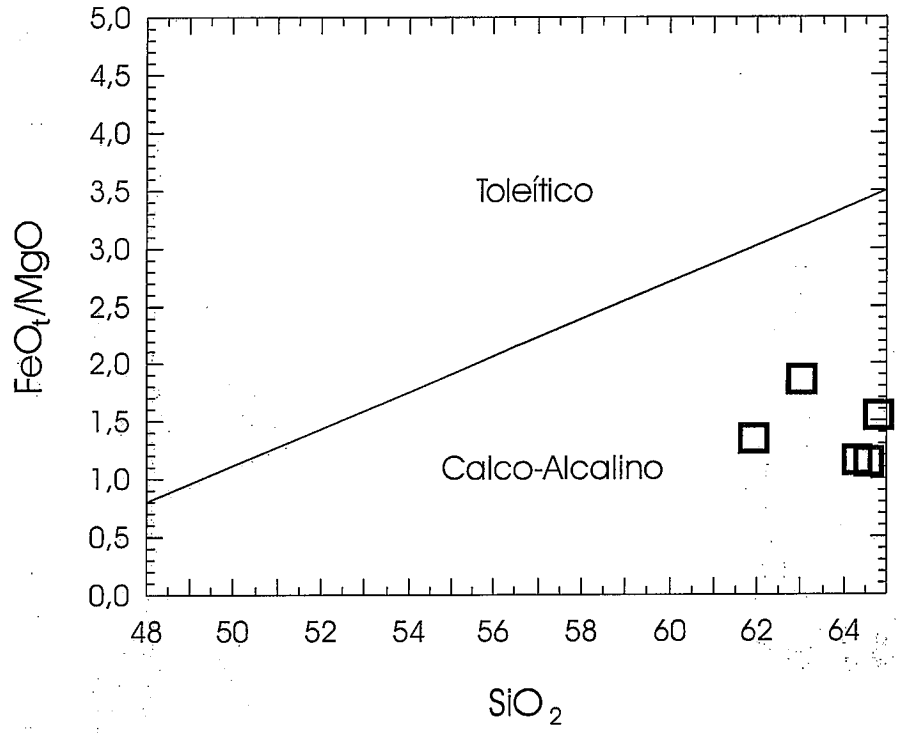

Fig. 7.- Diagrama de afinidad geoquímica de las rocas estudiadas.

Fig. 7.-Geochemical affinity of studied rocks.

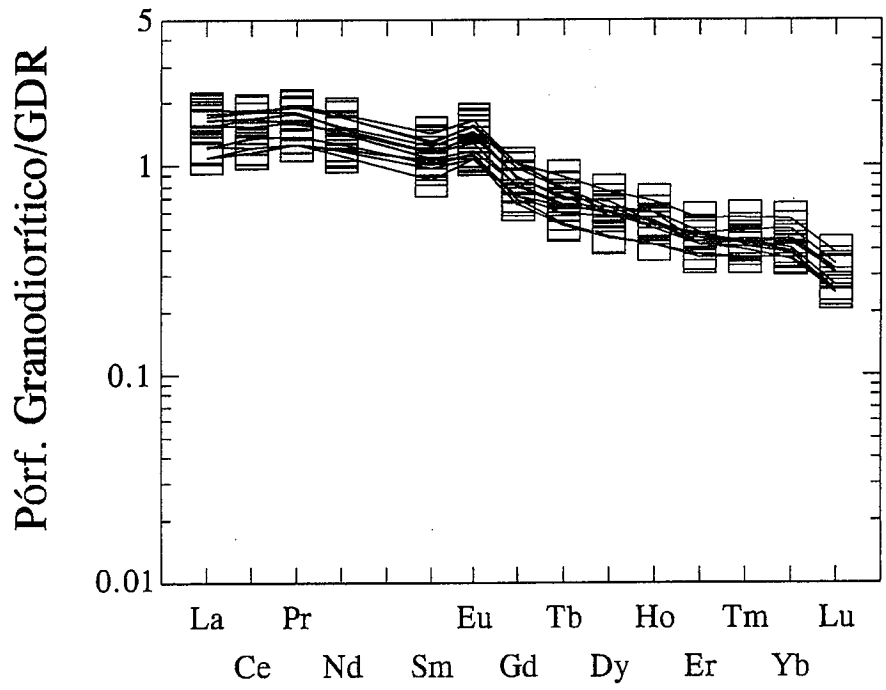

Fig. 8.- Diagrama de REE, normalizado con la granodiorita del C.P.M.

Fig. 8.- REE abundances normalized to Maladeta granodiorite.

allanitas con poca influencia de las rocas carbonatadas encajantes hecho que puede ser frecuente, según Peterson y McFarlane, (1993), con posible relación directa entre la proximidad de calizas y el contenido en Ca de las allanitas. Se puede inferir un carácter muy temprano en las allanitas y, en todo caso, previo a la consolidación completa de los diques (Fig. 3).

Composición química

Los análisis químicos (ICP-MS, Servicio de Análisis de la Universidad de Granada) se indican en la tabla 1. Su afinidad calco-alcalina ($FeO^*/MgO-SiO_2$ en la Fig.7) está avalada por los valores de las relaciones Nb/Y=1; Nb/La=0,225; Ta/Tb=1,55 y Th/Yb=20,6; es decir, es notorio (Tabla 1) un eriquecimiento en Th y empobrecimiento en Nb y Ta.

Considerando la constatada afinidad calco-alcalina en composición mineral de estos diques y las granodioritas del Complejo plutónico de la Maladeta (CPM), Arranz (1997), realizamos una normalización de los REE en estas 4 rocas con el promedio en REE de 10 granodioritas presentes en la Unidad de Bohí de dicho complejo plutónico. Los resultados obtenidos (Fig. 8) muestran que los pórfidos granodioríticos aparecen ligeramente más enriquecidos en LREE y existe un cierto empobrecimiento en HREE. Este empobrecimiento en HREE es atribuible, probablemente, al fraccionamiento en estos elementos por parte del anfíbol (Mg-Hornblenda), con altos coeficientes de reparto para sus HREE en magmas félsicos (Rollinson, 1993). Esta explicación concuerda con el bajo porcentaje de anfibol que muestran los diques estudiados cuyo porcentaje es menor al que cabría esperar si admitimos que dichos pórfidos corresponden al pulso granodiorítico del CPM.

Conclusiones

Se estudian, por primera vez, las manifestaciones tardimagmáticas (diques hipovolcánicos de pórfidos granodioríticos) del pulso principal magmático del Complejo Plutónico de la Maladeta (CPM) que, en su mayor volumen para la Unidad de Bohí, comprende a las granodioritas. Estos diques de pórfido presentan una amplia extensión areal y se localizan siempre al S del CPM debido, por una parte, a su relación con la S_p y, por otra, a cabalgamientos que, con edad alpina, estructuraron posteriormente la zona axial pirenaica. Estos diques muestran una mineralogía y geoquímica calco-alcalinas coincidentes con su equivalente granodiorítico del CPM. El emplazamiento de estos diques se produjo en la denominada Supraestructura de Zwart (1986) siguiendo las direcciones de debilidad previa debidas a la esquistosidad de la fase principal hercínica. La situación transtensiva dominante en el momento de su emplazamiento facilitó el desarrollo de un elevado número de diques y condicionó, en gran medida, la orientación de los mismos.

Referencias

Abdel-Rahman, A.M. (1994): *Jour. of Petrol.* ,35, part 2: 525-541

Arranz, E. (1997): *Tesis Doctoral.* Universidad de Zaragoza, 309 pps. (inédita).

Dymek, R.F.(1983): *Amer.Miner.*, 68: 880-899.

I.M.A. (1997): *Mineral. Magazine*, 61: 295-231.

Mey, P,H,W.(1967): *Leid. Geol. Meded.,* 41: 153-220.

Peterson, D. y McFarlane, D.B.(1993): *Canad. Mineral.,* .31: 159-166.

Poblet, J. (1991): *Tesis Doctoral*, Univ. de Barcelona, 604 pp. (inéd.)

Rollinson, H. (1993):*Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation.* Ed. Longman. New York., 344 pgs.

Valenzuela-Ríos, J.I. (1994): *Tesis Doctoral*, en*: Mem. Museo Paleont. Univ. Zaragoza*, 5, 143pp.

Zwart, H.J. (1986): *Tectonophysics.*,129: 9-27.