

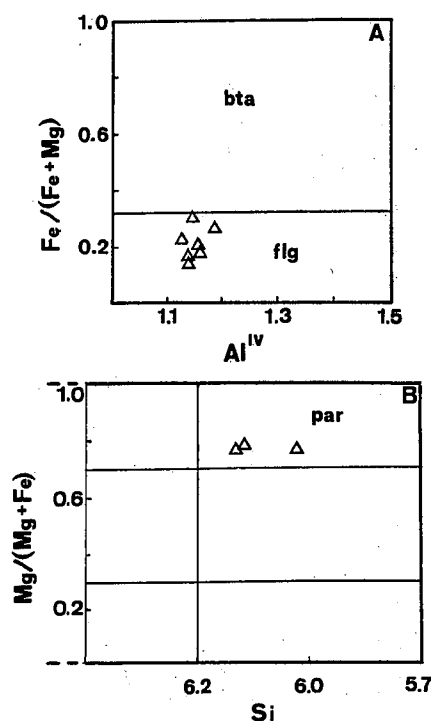


Fig. 2.—A) Diagrama Al^{IV} frente a $Fe/(Fe+Mg)$ de Deer *et al.*, (1962) de las flogopitas coroníticas. B) Diagrama de clasificación de anfíboles de Leake (1972). Se trata de anfíboles cálcicos con $Na+K \geq 0.5$, $Ti < 0.5$, contenidos altos en Mg y bajos en Si. FLG=flogopita, PAR=pargasita.

Fig. 2.—A) Al^{IV} versus $Fe/(Fe+Mg)$ (Deer *et al.*, 1962) for the coronitic phlogopites. B) Amphibole classification diagram (Leake, 1972). They are calcic amphiboles with $Na+K \geq 0.5$, $Ti < 0.5$, high Mg and low Si contents. FLG=phlogopite, PAR=pargasite.

argumento ha sido utilizado por otros autores para coronas de biotita-anfíbol de caracteres similares (Whitney y McLelland, 1983).

El carácter marcadamente más magnésico de los minerales coroníticos en torno a ilmenita con respecto a rocas con texturas similares de otros sectores (Adirondacks, USA) parece estar ligado a una composición bastante rica en MgO de la roca original (15-20% MgO, ver análisis químicos en Barbero y Villaseca, 1989), así como a un desarrollo efectivo de coronas de ortopiroxeno alrededor de olivino.

Las condiciones P-T de formación de este tipo de coronas deben ser similares a las estimadas para la formación de coronas en torno a olivino, dado que son procesos íntimamente ligados; se trataría, por lo tanto, de condiciones en facies granulítica de presión intermedia-baja (Barbero y Villaseca, 1988), que por las características del metamorfismo regional del área deben ser superiores a los 750°C y 4 Kb como valores termobáricos mínimos (Barbero *et al.*, 1990).

Agradecimientos

Agradezco al Dr. C. Villaseca la

revisión crítica del manuscrito, así como a la Dra. M. J. Huertas y al Dr. S. K. Sen por los comentarios realizados al mismo. También quiero agradecer al Departamento de Petrología de la Universidad de Oviedo las facilidades dadas para la realización de análisis por microsonda electrónica. Este trabajo se incluye en los objetivos del Proyecto Complutense 1390 (PR94/89).

Referencias

- Barbero, L. y Villaseca, C. (1988): *Geogaceta*, 5, 66-68.
- Barbero, L. y Villaseca, C. (1989): *III Congreso de Geoquímica de España*, I, 97-107.
- Barbero, L.; Villaseca, C. y Andonaegui, P. (1990): *Schw. Min. Petrol. Mitt.*, 70, 209-221.
- Deer, W. A.; Howie, R. A. y Zussman, J. (1962): *Rock forming minerals*. Logman, London, 527 pp.
- Leake, B. E. (1978): *Can. Miner.*, 73, 501-520.
- Van Lamoen, H. (1979): *Contr. Min. Petrol.*, 68, 259-268.
- Whitney, P. R. y McLelland, J. M. (1983): *Contr. Min. Petrol.*, 82, 30-41.

Recibido el 20 de septiembre de 1990
Aceptado el 26 de octubre de 1990

Minerales accesorios en el monzogranito de Las Navas del Marqués (Sistema Central Español)

The accessory minerals in the Las Navas del Marqués monzogranite (Spanish Central System)

J. L. Brändle (1), R. Casillas (1), I. Forizs (2), G. Panto (2) y M. Peinado (3)

- (1) Dpto. de Petrología y Geoquímica. UCM/CSIC. 28040 Madrid.
- (2) Laboratorio de Investigaciones Geoquímicas, AHC. Budapest.
- (3) Dpto. de Geología. Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca.

RESUMEN

El objeto de este trabajo es el estudio de los minerales accesorios en el monzogranito de Las Navas del Marqués. Se discuten en detalle, no sólo sus características descriptivas sino también las genéticas. Las variaciones de composición observadas son un precioso instrumento para el estudio de la génesis de las rocas graníticas; así, la fraccionación de algunos elementos durante la diferenciación puede ser controlada mediante las zonaciones de los minerales accesorios.

ABSTRACT

This paper is a notice about the accessory minerals in Las Navas del Marqués monzogranite. They are discussed in detail, emphasizing their significant features also from the genetic point of view. The variations of elements is a useful means of investigating the genesis of granitoid rocks. The separation of some elements during the differentiation processes could be observed in accessory minerals.

Key words: granites, accessory minerals, spanish Central System.

Geogaceta, 9 (1991), 7-10.

Introducción

El monzogranito de Las Navas del Marqués forma un gran plutón alargado en dirección N-S entre los afloramientos metamórficos de El Escorial-Villa de Prado y La Cañada, representando el último pulso del plutonismo monzogranítico en el sector. Sus características petrológicas y geoquímicas se detallan en Casillas (1990).

En este trabajo se aportan nuevos datos sobre la composición, distribución y relación de distintos minerales accesorios, estudiando la distribución cualitativa de algunos elementos químicos en circón, apatito, xenotima, etc. y su relación con la evolución geoquímica del plutón.

Métodos analíticos

La investigación sobre estos minerales accesorios se ha llevado a cabo con ayuda de la microsonda electrónica (JXA-5 y JXA-733) en el Laboratorio de Investigaciones Geoquímicas de Budapest. Este método se ha empleado para la determinación de las fases minerales accesorias, su frecuencia de aparición y asociación así como la distribución en ellas de ciertos elementos, de forma similar a la expresada por Panto (1975).

Descripción y características de los minerales accesorios

En esta litología, los minerales accesorios suelen ser de pequeño tamaño, casi nunca superior a 100 micras, siendo los cristales de allanita y circón los de mayores dimensiones.

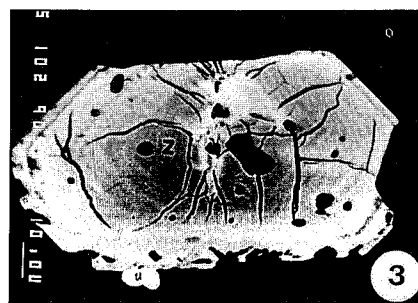
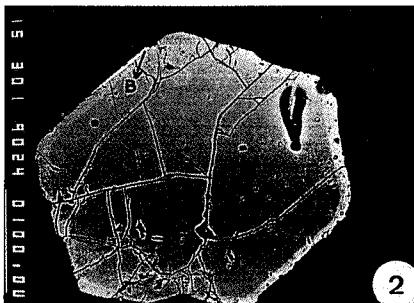
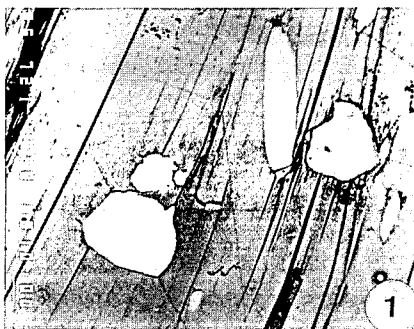
Apatito ($\text{Ca}_5(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})(\text{PO}_4)_3$): es el mineral accesorio más frecuente y aparece como cristales idiomorfos o subidiomorfos incluidos en biotita, feldespatos, cuarzo, allanita y circón.

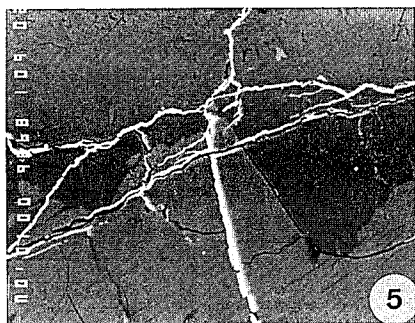
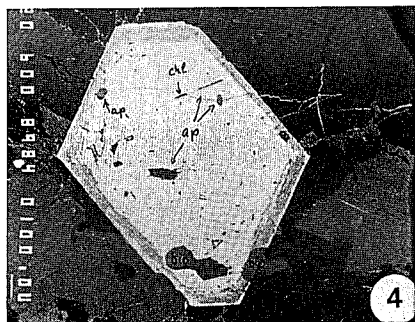
Es muy frecuente la aparición en este mineral de una zonación, a veces oscilatoria, debido a la concentración de Y, aumentando este elemento de centro a borde, donde llega a enriquecerse considerablemente (figs. 1 y 2). En los bordes de los cristales de apatito (fig. 2), aparece un mineral rico en Ca, Y, Si, P, T.R. y Fe que podría ser *abukumalita* o *Britholita-(Y)*, $((\text{Ca}, \text{Y})_5(\text{SiO}_4, \text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F})_2)$. Este mineral portador de tierras raras es muy poco frecuente en rocas graníticas y se ha citado anteriormente en pegmatitas asociadas a granitos, en especial alcalinos, en Japón y URSS (Omoi & Hasegawa, 1953, y Pletneva *et al.*, 1962). Posiblemente, la aparición de la *abukumalita* en los bordes de los cristales de apatito se produzca por aumento del Y, Si y T.R. en el medio generándose la sustitución $\text{Ca}^{2+} + \text{P}^{5+} \leftrightarrow \text{T.P.}^{3+} + \text{Si}^{4+}$, como luego discutiremos.

Circón (Zr SiO_4); está incluido en biotita, pero no en apatito, aparece

formando cristales subidiomorfos zonados respecto a Hf e Y, con bordes corroídos y afectados por microfracturas múltiples (fig. 3). El análisis poblacional de las morfologías de circones en estas rocas por el método de Pupin (1979), indica la existencia de tipos S24-S25, S19-S20-P4, S14-S15-P3, S9-S10-P2, S5-P1-G1-G2-G3 (Casillas, com. per.), de tal forma que existe un predominio de la pirámide (101) sobre la (211) típico de asociaciones monzoníticas. La pauta de evolución tipológica deducida indica una cristalización de los circones con temperaturas desde 850°C a 600°C en condiciones de baja peraluminosidad.

Allanita $((\text{Ca}, \text{Ce}, \text{La})_2(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Be}, \text{Mg}, \text{Mn})_3(\text{O}, \text{OH}, \text{SiO}_4, \text{Si}_2\text{O}_7))$: es un accesorio frecuente en este monzogranito y aparece formando cristales idiomorfos o subidiomorfos con bordes de alteración, en ocasiones de epidotas, acusa una importante actividad metamáctica que fractura los cristales adyacentes (fig. 4 y 5). Se trata de allanita-(Ce), sin Y. Los bordes de alteración registran un aumento en los contenidos de Th, Si y una disminución en Al, Fe y Ca y el total de las tierras raras. Las fracturas producidas por la actividad metamáctica de la allanita se encuentran rellenas por un material, no identificado, con alto contenido en T.R., Si, Al y Ca, pero sin U, Th, Fe o Mg. Existen algunos pseudomorfos, posiblemente de allanita, con altas concentraciones de T.R. y Th que se encuentran rodeados





circón (fig. 7) hay minerales de la serie uraninita-thorianita ((Th, U) O₂), que contienen pequeñas cantidades de Si, Y, P y Pb.

La esfena (CaTiSiO₅), generalmente zonada, aparece en forma de cristales primarios, pero más frecuentemente se produce por alteración de biotita, en cuyo caso tiene altos contenidos en Al; y nuclea a menudo sobre apatito e ilmenita. La epidota, siempre de carácter secundario, contiene proporciones variables de Th y T.R.P. Otros minerales secundarios asociados a epidota y esfena y que se producen por alteración de biotita y plagioclasa son albíta, ilmenita, clorita, prehnita y pumpellyita (fig. 8).

Discusión

Trabajos de investigación previos, Cuesta & Corretge (1988), Maruejol *et al.* (1990), Sawka *et al.* (1990), Casillas (1990), Casillas *et al.* (en prensa), han puesto de manifiesto que la distribución de las T.R., U, Th, Y, P y otros elementos a ellos asociados en magmas graníticos, viene determinada por la cristalización y evolución de ciertos minerales accesorios, tales como apatito, circón, allanita y otros. Dentro de esta unidad monzogranítica, en Casillas (1990) se pone de manifiesto la existencia de una importante disminución del grado de fraccionamiento de las tierras raras, junto con un aumento en la anomalía negativa de Eu y un ligero ascenso del contenido en T.R.P. e Y al aumentar el contenido en SiO₂ dentro del plutón, hecho que se justifica por la fraccionación de apatito, circón, allanita y monacita.

Esta evolución se confirma por medio de las relaciones texturales entre las fases accesorias anteriores citadas y las zonaciones elementales de las mismas; de esta forma apatito, cir-

cón, monacita y allanita son las fases accesorias ricas en T. R. más tempranas. Su cristalización generaría, por lo tanto un progresivo empobrecimiento en T.R., mucho más acentuado en las ligeras o intermedias que en las pesadas y el Y, ya que, a excepción del circón, los otros tres minerales tienen coeficientes de reparto mineral-fundido entre T.R.L./T.R.P. muy superiores a la unidad. El consiguiente aumento en T.R.P. e Y en el fundido residual explica el enriquecimiento en Y de los bordes de los apatitos y la cristalización más tardía de xenotima y britholita-(Y) en los bordes de los cristales de circón y apatito, respectivamente.

Hay también que resaltar la existencia de procesos tardimagmáticos hidrotermales de baja temperatura, inferior a 400°C (paragénesis albíta-clorita-prehnita-pumpellyita-epidota, fig. 8), responsables de la alteración de fases principales, como biotita y plagioclasa y algunas accesorias, como allanitas, así como posiblemente la corrosión de circones, que puede haber producido una redistribución de estos elementos químicos, efecto que ya se ha puesto de manifiesto en macizos leucograníticos del sector (Casillas *et al.*, en prensa). Hay además una movilización muy tardía de T.R., Si y Ca hacia fracturas producidas por la actividad metamórfica de la allanita.

Queda por resolver el grado de participación de la evolución magmática y los procesos hidrotermales tardíos en la formación y composición de estas fases accesorias, así como de la distribución de las T.R., U, Th, P e Y, lo que será objeto de futuros trabajos.

Agradecimientos

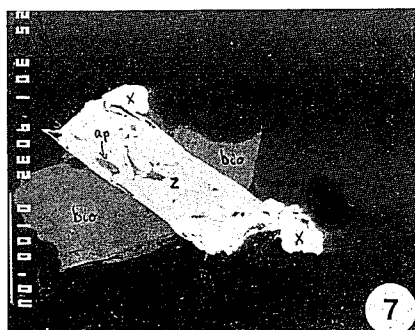
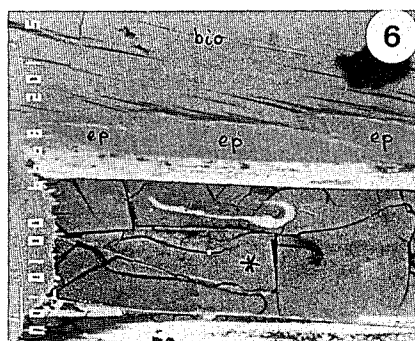
Este trabajo ha sido posible gracias al Convenio de cooperación entre el CSIC y la Academia de Ciencias Húngaras, y se enmarca dentro del Proyecto: «Origen y diversificación de los granitoides hercínicos de la Región Central Española». Proyecto nº 1390, pr 9498 de la Universidad Complutense de Madrid.

Apéndice

La nomenclatura de los minerales analizados en las figuras es: a-ap:

por epidota, dentro de cristales de biotita (fig. 6).

La monacita-(Ce) (Ce PO₄) forma cristales incluidos en apatito y contiene cantidades apreciables de P, Y, Ca, U, Th y Si, además de T.R.L. La xenotima (Y PO₄) es también frecuente y se asocia al circón en los bordes de este mineral (fig. 7). Excepcionalmente y en cristales idiomorfos incluidos en biotita, o en granos más alotriomorfos en bordes de



apatito; All: Allanita; B: Britholita-
(Y); Bio: Biotita; Chl: Clorita; Ep:
Epidota; PP: Pumpellyita; Pr: Preh-
nita; Q: Cuarzo; Th: Urano-Thoria-
nita; Ti: Esfena; U: Uraninita; X: Xe-
notima; Z: Circón, y *: pseudomorfo
hidratado de allanita.

Referencias

Casillas, R. (1990): Tesis doctoral. Univ.
Compl. de Madrid, 316 pp.

Casillas, R; Brändle, J. L.; Huertas, M. J.;
Pérez-Soba, C.; Peinado, M. & Villa-
seca, C. (en prensa): *Revista de la So-
ciedad Española de Mineralogía*.

Cuesta, A. & Corretgé, G. (1988): *Geoga-
ceta*, 5, 63-66.

Maruejol, P.; Cuney, M. & Turpin, L.
(1990): *Contrib. Mineral Petrol.*, 104,
668-680.

Omori, K. & Hasegawa, P. (1953): *Sci.
Pept. Tohoku Univ.*, Ser. 3, 4, nº 3, 151-155.

Pletneva, N. I.; Elina, N. A.; Denisov, A.
P. & Gavrillov, A. P. (1962): *Materialy*

*Mineral. Kol'sk Poluostrova. Akad.
Nauk SSSR. Kol'sk Filial* 2, 123-32.
(Chem. Abs. 59, 9678h. 1963).

Panto, G. Y. (1975): *Acta Geologica
Acad. Sci. Hungaricae*, 19 (1-2), 59-63.

Pupin, J. P. (1980): *Contrib. Mineral Pe-
trol.*, 73, 207-220.

Sawka, W. N.; Chapell, B. W. & Kistler,
R. W. (1990): *Journal of Petrology*, 31,
519-555.

Recibido el 25 de septiembre de 1990
Aceptado el 26 de octubre de 1990

Significado de los cuerpos de leucogranitos y de los «gneises cordieríticos con litoclastos» asociados en la Unidad de Guadiza (Alpujárrides occidentales, Béticas)

Significance of leucogranite bodies and associated «cordierite-gneisses with lithoclasts» in the Guadiza unit (Western Alpujarrides, Betic Cordillera)

M. Muñoz*

* Dpto. Petrología. Fac. C. Geológicas Univ. Complutense. 28040 Madrid.

ABSTRACT

The relationships and significant petrological features of the rock succession in the Guadiza Unit, are described. According to these data, the «cordierite gneisses with lithoclasts» appear as an extensional tectonic breccia, which results from a low T mylonitic deformation event subsequent to LP-HT alpine regional metamorphism. Simultaneous to this extensional event, the emplacement of intrusives type leucogranite bodies occurs. These bodies cause contact metamorphism and contamination phenomena in the host brecciated rocks, configuring their present textural and compositional features.

Key words: *alpine extensional leucogranites, Western Alpujarride Units, Betic Cordillera.*

Geogaceta, 9 (1991), 10-13.

Introducción

Las sucesiones litológicas infraya-
centes a la losa de peridotitas de la
Serranía de Ronda fueron definidas
por Mollat (1968) como Unidad de
Blanca. Navarro Vilá y Tubia (1983)
diferencian en ella los mantos Ojén
(inferior) y Guadiza.

Las litologías de la Unidad de
Guadiza han sido materia de debate,
especialmente en relación con los ma-
teriales aquí redefinidos como «gnei-
ses cordieríticos con litoclastos» y
leucogranitos. Loomis (1972), que
advierde su estructura brechoide, los
incluye en las «hornfels Series», in-
terpretándolos como debidos al efecto
térmico de las peridotitas sobre la que
yacerían como «roof pendants». Lun-

deen (1978), se refiere a ellos bajo la
denominación de «cordierite gneisses
with lithic inclusions», considerándo-
los como brechas tectónicas produci-
das por el cabalgamiento primario en
caliente de las peridotitas. Torres Rol-
dán (1983) los interpreta como mig-
matitas (movilizados graníticos con
enclaves y sin enclaves), producidas
por la «intrusión peridotítica». Esta
interpretación es asumida por Tubia
(1985) quien distingue «Migmatitas
del Hoyo del Bote» (superiores) y
«Migmatitas de Istán» (inferiores),
aunque, a diferencia del autor ante-
rior, admite un efecto dinamo-térmico
en su generación relacionado con el
cabalgamiento de la peridotitas.

Los datos que se aportan en esta nota
demuestran el carácter de elemento ex-

tensional de la Unidad de Guadiza.
Esta afirmación parece confirmada por
los datos estructurales, a partir de los
cuales se definen las Unidades exten-
sionales de Ojén y de Guadiza (Ba-
lanya y García Dueñas, 1991).

En dicho contexto, se pretende es-
clarecer aspectos sobre la naturaleza
de las rocas que contactan con las pe-
ridotitas, sus relaciones e interaccio-
nes mutuas y las condiciones en que
se generaron y emplazaron.

Los tipos litológicos de la Sucesión de Guadiza y sus relaciones

Uno de los aspectos más destaca-
dos de la sucesión de la Unidad de
Guadiza (fig. 1 a y b), no resaltado