

Los Granates de las Andesitas de Atienza: Consideraciones sobre su Origen

/ URBEZ MAJARENA SERRANO (1*), CARLOS GALÉ BORNAO (1), MARCELIANO LAGO SAN JOSÉ (1), ANDRÉS GIL-IMAZ (1), TERESA UBIDE GARRALDA (2), PATRICIA LARREA MÁRQUEZ (3)

(1) Departamento de Ciencias de la Tierra. Ciudad Universitaria. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12. 50009, Zaragoza (España)

(2) School of Natural Sciences. Trinity College Dublin. Dublin 2 (Ireland)

(3) Dept. Geology & Environmental Earth Science. Miami University. 41 Culler Hall. Oxford (OH, USA)

INTRODUCCIÓN

El sector de Atienza se localiza en el enlace entre la Cordillera Ibérica y el Sistema Central (Fig. 1). Presenta un extenso sill subvolcánico de edad Pérmico inferior (Hernando *et al.*, 1980, Lago *et al.*, 2004), emplazado en la discordancia angular existente entre el Pérmico y las unidades infrayacentes. La individualización actual de los afloramientos de este sill (Fig. 1) se debe a las irregularidades iniciales del cuerpo subvolcánico y a los procesos de deformación tardihercínica y alpina. (Majarena *et al.*, 2015a y b).

El sill alcanza más de 15 km de extensión lateral (Fig. 1). Su potencia supera los 150 m en los afloramientos de Alpedroches y La Miñosa, y decrece hacia el W.

El sill está compuesto, principalmente, por andesitas anfibólicas formadas por fenocristales de plagioclasa (55%), anfíbol (30%), frecuentemente biotita (10%) y, de forma accesoria, cuarzo y apatito (5%). La matriz microcristalina (55%) está parcialmente alterada e incluye mayoritariamente plagioclasa. En estas rocas son frecuentes los xenocristales de granate zonados. También afloran andesitas piroxénicas que presentan una composición similar a las anteriores, pero contienen piroxeno (10%) y una menor proporción de anfíbol (20%).

Los xenolitos de metapelita son muy frecuentes y están parcialmente alterados. Están presentes a lo largo de todo el sill y alcanzan tamaños centimétricos. Su composición incluye proporciones variables de biotita (10-65%), plagioclasa (hasta 50%), granate (hasta 35%), sillimanita (hasta 5%), minerales opacos (3-5%) y rutilo y apatito accesorios. En ocasiones tienen bordes netos, pero habitualmente se encuentran parcialmente disgregados

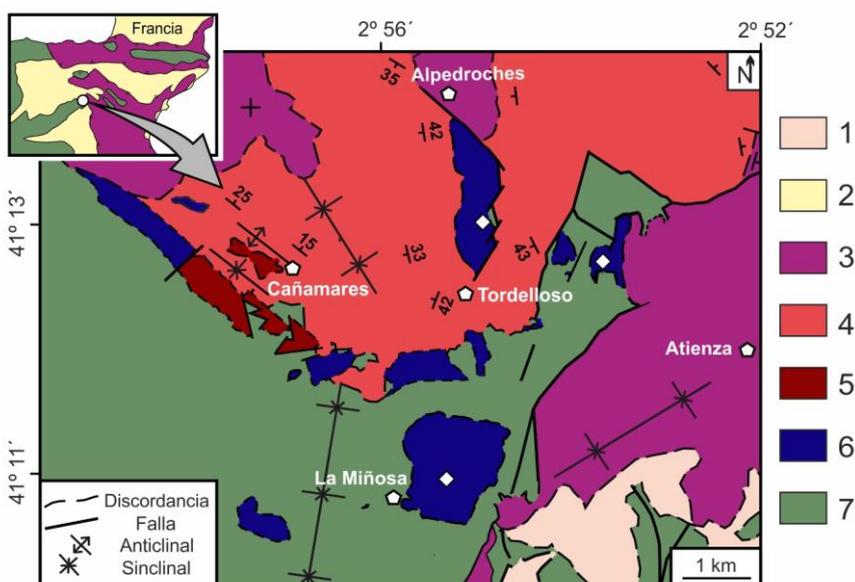


fig 1. Mapa geológico del sector de Atienza. 1: Cuaternario, 2: Terciario, 3: Mesozoico, 4: Pérmico, 5: Afloramientos volcánicos, 6: Afloramientos subvolcánicos, y 7: Ordovícico y Silúrico. Los rombos blancos indican la localización de las muestras del presente estudio.

por el magma andesítico que los incluye.

En este trabajo se estudian los granates que aparecen como xenocristales aislados en las andesitas y formando parte de los xenolitos metapelíticos. El objetivo de este estudio es comparar su composición a fin de establecer su origen y significado en relación al magmatismo calcoalcalino que los transporta.

RESULTADOS

Petrografía

Se han estudiado diferentes ejemplos de granates: xenocristales dispersos en la andesita y cristales que forman parte de los xenolitos metapelíticos. En este segundo caso se han considerado tanto xenolitos íntegros como disgregados.

Los xenocristales estudiados son subidiomorfos y tienen bordes netos,

algo redondeados, que muestran evidencias de cristalización simultánea con biotita (Fig. 2) y anfíbol (no se muestra). Presentan una zonación textural clara, con una parte interna de aspecto moteado y parcialmente reabsorbido y una parte externa limpia, con inclusiones de apatito y minerales opacos con una distribución concéntrica con respecto a la parte interna (no se muestra). En un caso se ha podido observar un zonado algo más complejo, en donde la zona externa consta de dos sectores de morfología irregular. En base a este ejemplo se han establecido tres zonas (Fig. 2): 1 (interna), 2 (intermedia) y 3 (externa).

Por otra parte, el granate de los xenolitos aparece en forma de agregado policristalino o de porfiroblasto rodeado de biotita. Suele mostrar evidencias de desestabilización o reacción en sus bordes, sobre todo en los xenolitos disgregados y también se observa la zonación textural definida.

palabras clave: Granate, Magmatismo calcoalcalino, Pérmico, Atienza.

key words: Garnet, Calc-alkaline magmatism, Permian, Atienza.

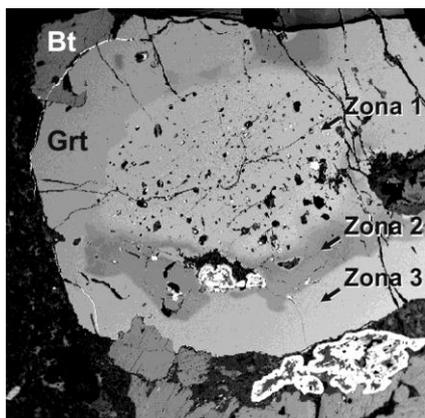


fig 2. Imagen de electrones retrodispersados de un xenocristal de granate zonado. Grt: granate, Bt: biotita.

Composición mineral

Los análisis de microsonda electrónica se han realizado en el Centro Nacional de Microscopía Electrónica "Luis Bru" (UCM). El contenido en Fe^{2+} y Fe^{3+} por fórmula unidad de los granates ha sido calculado mediante el método de Droop (1987).

En todos los casos se trata de granates de tipo almandino ricos en FeO ($> 23\%$) y pobres en MnO ($< 4\%$). Los xenocristales tienen una composición variable ($Alm_{72-50} Prp_{39-17} Grs_{17-6} Sps_{5-0}$) y muestran una zonación composicional destacada en cuanto a su contenido en Fe , Mg y Ca (Fig. 3), coherente con la definida petrográficamente. Así, la zona 1 tiene el contenido más elevado en Fe y los contenidos más bajos de Mg y Ca ($Alm_{72-69} Prp_{20-17} Grs_{12-6} Sps_2$). La zona 2 es rica en Mg y pobre en Fe y Ca ($Alm_{54-50} Prp_{39-36} Grs_{12-6} Sps_0$). Finalmente, la zona 3 tiene contenidos en Fe y Mg moderados y es rica en Ca ($Alm_{65-59} Prp_{22-17} Grs_{17-10} Sps_{4-2}$).

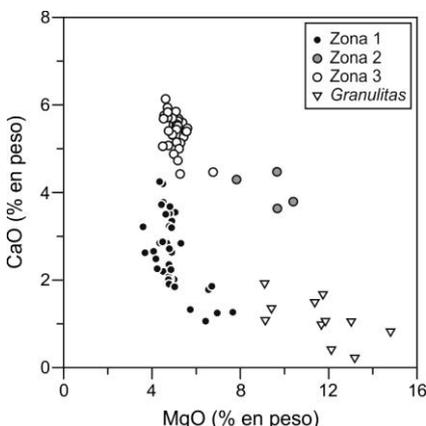


fig 3. Composición de los granates estudiados. Datos de granulitas de Villaseca et al. (1999).

Los granates de los xenolitos también

muestran una composición variable ($Alm_{73-55} Prp_{31-14} Grs_{16-3}$), con una zonación similar a la de los xenocristales. En este caso, la mayor parte de los cristales tienen una composición similar a la de la zona 1 ($Alm_{73-65} Prp_{30-14} Grs_{11-3}$). En los enclaves disgregados, la zona 1 está rodeada de una envuelta similar a la zona 3 ($Alm_{65-60} Prp_{27-18} Grs_{16-13}$), salvo en un caso donde presenta un borde similar a la zona 2 ($Alm_{55} Prp_{35} Grs_{12}$).

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES

Las diferencias de composición observadas sugieren un origen distinto para cada una de las zonas definidas. La composición de tipo 1 es la principal constituyente de los granates de los xenolitos y forma el núcleo de los xenocristales. Esta distribución junto con su aspecto moteado y parcialmente reabsorbido y su límite alotriomorfo (Fig. 2), sugieren un origen metamórfico. Las composiciones obtenidas presentan, sin embargo, diferencias con respecto a los granates presentes en granulitas del Sistema Central (Fig. 3), por lo que su origen requiere un estudio más detallado.

La composición de tipo 3 es mayoritaria en los xenocristales, constituyendo envueltas alrededor de los núcleos metamórficos y también aparece en los bordes de granates de los xenolitos disgregados. Esta zona engloba frecuentemente cristales de biotita (Fig. 2) y minerales opacos distribuidos concéntricamente alrededor del núcleo metamórfico (no se muestra), lo cual sugiere que su origen puede estar ligado al magma que alberga los xenolitos.

La composición que presenta la zona 3 con un elevado contenido en CaO ($CaO > 4\%$) y bajo en Mn ($MnO < 4\%$) es coherente con la de granate almandino de origen ígneo, cristalizado en fundidos andesíticos hidratados a elevada presión (> 7 Kbar) y en un rango de temperatura de $900-950$ °C (Harangi et al., 2001 y referencias que contiene). Además, la presencia de agua en el magma coincide con la abundancia de anfíbol en las andesitas (Majarena et al., este volumen). Este tipo de composiciones de almandino rico en Ca son inestables en bajas presiones, pudiendo llegar a desaparecer cuando se incorporan a cámaras o reservorios poco profundos (Harangi et al., 2001), lo que sugiere que el magma sufrió un ascenso relativamente rápido hasta su

nivel de emplazamiento final.

Considerando lo anterior, la composición de tipo 2, escasamente distribuida y muy rica en Mg , podría representar el reequilibrio inicial o la primera etapa de recristalización cuando los granates metamórficos fueron incorporados al magma andesítico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado con el proyecto MICINN CGL2011-27477.

REFERENCIAS

Droop, G.T.R. (1987): A general equation for estimating Fe^{3+} concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses, using stoichiometric criteria. *Mineralogical magazine*, **51**(361), 431-435.

Harangi, S. Z., Downes, H., Kósa, L., Szabó, C. S., Thirlwall, M. F., Mason, P. R. D. y Matthey, D. (2001): Almandine garnet in calc-alkaline volcanic rocks of the Northern Pannonian Basin (Eastern-Central Europe): Geochemistry, petrogenesis and geodynamic implications. *Journal of Petrology*, **42**(10), 1813-1843.

Hernando, S., Schott, J.J., Thuizat, R y Montigny, R. (1980): Age des andesites et des sédiments interstratifiés de la région d'Atienza (Espagne). *Etude stratigraphique, géochronologique et paléomagnétique*. *Sci. Geol. Bull.*, **33**, 110-128.

Lago, M., Arranz, E., Pocióvi, A., Galé, C. y Gil-Imaz, A. (2004): Lower Permian magmatism of the Iberian Chain, Central Spain, and its relationship to extensional tectonics. *Geological Society of London Special Publication*, **223**, 465-490.

Majarena, U., Gil, A., Lago, M. y Galé, C. (2015a): El magmatismo pérmico del sector de Atienza (extremo NW de la Cordillera Ibérica): nuevos datos petroestructurales para su interpretación genética. *Geogaceta* (en prensa).

Majarena, U., Galé, C., Lago, M., Gil-Imaz, A., Ubide, T. y Larrea, P. (2015b): Evolución magmática de los anfíboles del magmatismo de Atienza (Guadalajara). *Macla* (este volumen).

Villaseca, C., Downes, H., Pin, C. y Barbero, L. (1999): Nature and composition of the lower continental crust in central Spain and the granulite-granite linkage: inferences from granulitic xenoliths. *Journal of Petrology*, **40**(10), 1465-1496.