

Minerales con historia: el granate almandino de la Fuente de los Jacintos (Toledo)

R. Jiménez Martínez⁽¹⁾, F. Bellido⁽¹⁾, J. A. Martín Rubí⁽¹⁾, J. López Jerez⁽²⁾ y M. Calvo⁽³⁾

(1) Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas, 23, 28023 Madrid.

(2) Urb. Los Pinos, 14, 45280 Ollas del Rey, Toledo.

(3) Universidad de Zaragoza, Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza.

r.jimenez@igme.es, f.bellido@igme.es, ja.martin@igme.es, jelopezj@gmail.com, calvoreb@unizar.es

RESUMEN

En este trabajo se ha establecido la localización de uno de los escasos yacimientos minerales de Castilla-La Mancha con referencias históricas, cuyo interés no está relacionado con su explotación minera. Este yacimiento es conocido como Fuente de los Jacintos, situado en las proximidades de la ciudad de Toledo, existiendo descripciones de este lugar desde principios del siglo XVII que refieren la presencia de jacintos, que posteriormente serían identificados como granates.

El estudio mineralógico y geoquímico realizado sobre estos granates, pone de manifiesto que su composición corresponde a almandinos con proporciones moderadas de piropro y bajas de espesartina, grosularia y andradita, y es muy similar a la de los granates de las migmatitas granulíticas del Complejo Anatéctico de Toledo.

Palabras clave: Fuente de los Jacintos, granate almandino, migmatitas, Toledo, yacimiento histórico

Minerals with history: almandine garnets from the Los Jacintos Spring (Toledo)

ABSTRACT

We have located the site of one of the few mineral deposits in the Spanish region of Castilla-La Mancha, which is referred to in historical records but whose interest is unrelated to mining. The site is known as Los Jacintos Fountain, near to the city of Toledo. Early descriptions of the mineral deposit dating from the beginning of the seventeenth century report the presence of jacinths, later identified as garnets.

Mineralogical and geochemical studies conducted on these garnets show that their composition is almandine, containing moderate proportions of pyrope and low spessartine, grossular and andradite, and is very similar to that of the garnets from the granulite migmatites of the anatectic complex at Toledo.

Key words: almandine garnet, historical mineral site, Los Jacintos Fountain, migmatites, Toledo

Introducción

El Museo Geominero, ubicado en el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) está llevando a cabo la actualización de la colección de minerales de la Comunidad de Castilla-La Mancha. Una de las actividades realizadas ha consistido en el estudio bibliográfico de los trabajos que hacen referencia a los yacimientos minerales procedentes de estas comunidades, con especial atención a los que han aportado o pueden aportar ejemplares a colecciones y museos. Se da el caso de que, por regla general, existen muy pocas citas anteriores al siglo XIX que hagan referencia a minerales cuyo interés sea distinto del derivado de su explotación minera. Uno de estos minerales es

el granate de la Fuente de los Jacintos, cuya presencia en los alrededores de Toledo fue descrita hace más de cuatro siglos. El objetivo de este trabajo es mostrar la ubicación de este yacimiento, así como la caracterización de los granates del mismo.

Antecedentes históricos del yacimiento de la Fuente de los Jacintos

La primera referencia escrita que hemos encontrado de este yacimiento data de principios del siglo XVII, en la que Morales (1605) menciona la presencia de *iacintos* en una fuente que está en un monasterio de frailes Bernardos, junto a Toledo.

La Fuente de los Jacintos debe su nombre al moteado de minerales rojizos que aparece en las rocas de su entorno y que por aquel entonces se clasificaban como jacintos. Ya desde esa época, se le atribuían ciertas propiedades que hoy tildaríamos de supersticiosas y conferir alta pureza a las aguas albergadas en las rocas que los contienen.

Posteriormente, Alfonso Limón (1697) dedica un capítulo a la mencionada fuente en su obra *Espejo cristalino de las aguas de España* (Figura 1).



Figura 1. Primera página del libro de Alfonso Limón (1697). Biblioteca del Instituto Geológico y Minero de España.

Figure 1. Title page of the book by Alfonso Limón (1697). Library of the Spanish Geological and Mining Institute.

En este trabajo se hace una detallada descripción tanto del entorno de la fuente como de sus aguas. Así, en el apartado dedicado a la localización del lugar señala:

...el sitio desta Fuente es el mismo Convento, que está á la falda del Monte que llaman de

los Jacintos que es todo de peña viva: nace dicha Fuente en una Gruta que está al pie de dicho monte en forma de cueba labrada á pico en dicha peña: Brota por la parte inferior de ella en cinco manantiales, que despiden el agua brotando a borbollones, la boca de dicha cueva cae al poniente, y así á él mira el nacimiento de dichas aguas: es el monte dicho de gran altura, y sus peñas, y cantera está toda esmaltada de Jacintos verdaderos, que están al modo de viruelas, o manchas embutidas en las mismas peñas: el concavo de la Fuente está así mismo esmaltado de Jacintos...

Tras describir el lugar, se señala que sus aguas habían sido elegidas como agua ordinaria por la reina Mariana de Austria, madre del rey Carlos II.

A continuación, se señalan las propiedades de los jacintos entre las que se incluyen el aportar fortaleza al corazón y resistencia al veneno, ser un paliativo de las tercianas y otras calenturas y servir de remedio para la cura de numerosas enfermedades. Finalmente se señala la posibilidad de labra que ofrecen estos jacintos y su presencia en algún adorno religioso del convento.

Aún tendría que transcurrir un siglo más para que Christiano Herrgen, en 1799, señalara en su trabajo *Materiales para la Geografía Mineralógica de España, y de sus posesiones en América*, que el mineral del citado yacimiento es un granate:

A tres quartos de legua de Toledo, detrás del convento de San Bernardo, y cerca de la fuente que llaman de los Jacintos, se encuentran granates rojos, á veces del tamaño de una pulgada.

Posteriormente, Calderón (1910) hace una mención especial a los granates de la Fuente de los Jacintos, mientras que Fernández Navarro (1914) aporta algunos datos para la localización del yacimiento:

La Fuente de los Jacintos está próxima al monasterio de San Bernardo (antes Monte Sión), gozando de alguna fama como medicinal. Parece ser que los granates de esta localidad se labraron algún día en Toledo como piedras finas, con el nombre de Jacintos.

A partir de aquí, la mayor parte de los autores que tratan sobre la mineralogía de Toledo, no dudan en incluir en sus trabajos la reseña del yacimiento de granates de la Fuente de los Jacintos.

Técnicas analíticas

Los análisis de difracción de rayos X (DRX) se han efectuado sobre muestra pulverizada en un equipo XPERT PRO de PANalytical, con tubo de cobre, monocromador de grafito, rendija automática y detector X'Celerator, utilizándose el software High-Score de PANalytical.

Los análisis de elementos mayores del granate, han sido realizados por fluorescencia de rayos X (FRX), utilizando un espectrómetro MagiX de PANalytical, equipado con tubo de Rh, en discos de vidrio elaborados mediante fusión de las muestras pulverizadas con tetraborato de Litio. El Na se determinó por espectrometría de absorción atómica en un equipo Varian FS-220 y la pérdida por calcinación se ha efectuado a 950°C.

Los elementos traza fueron determinados por plasma ICP óptico en muestra sometida a ataque triácido a sequedad ($\text{HF}+\text{HClO}_4+\text{HNO}_3$) y diluida en HCl, con medición en un equipo Varian Vista MPX.

Los contenidos en REE se han determinado mediante ICP-MS en un espectrómetro Agilent 7500 CE, a partir de muestras fundidas con metaborato de Litio y diluidas en ácido.

Todos estos análisis han sido realizados en los laboratorios del IGME en Tres Cantos.

Los análisis de minerales por microsonda electrónica (EPMA-WDS) se han realizado en el Centro de Microscopía Electrónica "Luis Bru" de la Universidad Complutense de Madrid, en una microsonda JEOL, modelo JXA-8900 M, con un voltaje de aceleración de 15 kV y una corriente de 20 nA. El diámetro de haz utilizado ha sido de 5 μm .

Localización del yacimiento

En primer lugar fue necesario localizar el paraje de la Fuente de los Jacintos, para lo cual se hizo una revisión de la toponimia de las hojas del mapa topográfico nacional a escala 1: 25.000 números 629-III (Toledo) y 629-IV (Santa M^a de Benquerencia), que cubren la ciudad de Toledo y sus alrededores.

La toponimia actual de la zona no informa de la presencia de la Fuente de los Jacintos, ni tampoco exactamente del convento o monasterio de San Bernardo, topónimos recogidos en los trabajos históricos (Herrgen, 1799, Fernández Navarro, 1914). Sin embargo, sirvió para orientarnos sobre su posible ubicación, ya que la referencia a San Bernardo aparece en varios parajes. En concreto, en la hoja 629-III (Toledo), figuran los siguientes lugares:

- Dehesa de San Bernardo, localizada a escasos 2 km al O de Toledo, entre las carreteras de Polán y La Puebla de Montalbán, en el sector SE de la hoja. Esta dehesa, que pertenece al término municipal de Toledo, limita por el N con las urbanizaciones de Monte Sión, al O y de San Bernardo, al E, donde se encuentra la ermita de la Bastida.
- Palacio de San Bernardo, localizado a unos 500 m al N de la Urbanización Monte Sión y aproximadamente a 1 km al N de la Dehesa de San Bernardo.

Por tanto, parecía probable que uno de estos lugares albergara la Fuente de los Jacintos y el yacimiento de granates.

Realizada la visita a la dehesa, se localizaron varios afloramientos de migmatitas en los que las características del granate responden a las descritas en la bibliografía histórica sobre el yacimiento de la citada fuente (Figura 2), aunque ésta no fue localizada.

En lo que se refiere al Palacio de San Bernardo, presenta el acceso restringido, al ubicarse en una finca privada. Este palacio ha pasado por diferentes avatares a lo largo de su historia, siendo en la actualidad un monasterio cisterciense (Leblic, 2001).



Figura 2. Gran cristal de granate rodeado por una aureola félsica en una roca migmatítica que aflora en la Dehesa de San Bernardo.

Figure 2. Large garnet crystal surrounded by a felsic halo in a migmatitic rock cropping out in the Dehesa de San Bernardo.

Teniendo en cuenta estos datos, se solicitó permiso al responsable del monasterio y se realizó la visita a la finca donde el propio Superior del mismo nos informó sobre la localización de la fuente, que se sitúa a poco más de 100 m del recinto monacal (Figuras 3 y 4).



Figuras 3 y 4. Vista de la entrada a la fuente y placa de piedra que data su construcción en el siglo XVII.

Figures 3 and 4. Los Jacintos Spring: view of the entrance to the spring and a stone plaque dating its construction to the seventeenth century.

En la zona afloran las migmatitas estromáticas con granate similares a las de la Dehesa de San Bernardo, e incluso algunos de los mampuestos con

los que está construido el monasterio son de estas rocas (Figuras 5 y 6). En los alrededores quedan restos de antiguas canteras de donde se extrajeron estas migmatitas, hoy cubiertas por una densa vegetación.



Figuras 5 y 6. Fachada posterior de mampostería del monasterio y mampuesto de migmatita con granates.

Figures 5 and 6. Masonry rear facade of the monastery, and a masonry block of garnet-bearing migmatite.

Posteriormente a la visita al monasterio, los autores de este trabajo tendrían acceso al Plan de Ordenación Municipal de Toledo (Ayuntamiento de Toledo, 2007), donde se confirma la localización de la citada fuente, ya que se señala que *...el Convento de San Bernardo cuenta con uno de los jardines más interesantes de Toledo, que se divide en tres zonas, el jardín situado frente al monasterio, la fuente de los Jacintos y la fuente de los Leones.*

Encuadre geológico del afloramiento de granates de la Fuente de los Jacintos

El afloramiento estudiado se sitúa en el dominio migmatítico del Complejo Anatéctico de Toledo, dentro de la Hoja del MAGNA N° 629 (Toledo), (Figura 7). Estas rocas son fuertemente peraluminicas y han sido interpretadas como procedentes de la fusión de materiales metamórficos paraderivados con fuerte componente pelítico (Barbero, 1992).

Estas migmatitas tienen con frecuencia estructuras bandeadas estromáticas, definidas por la alternancia de mesosomas ricos en cordierita y leucosomas cuar-

zofeldespáticos en los que pueden aparecer grandes cristales de granate (Figura 8).



Figura 8. Cristales de granate en bandas de leucosoma de una migmatita estromática.
Figure 8. Garnet crystals in leucosome bands of a stromatic migmatite.

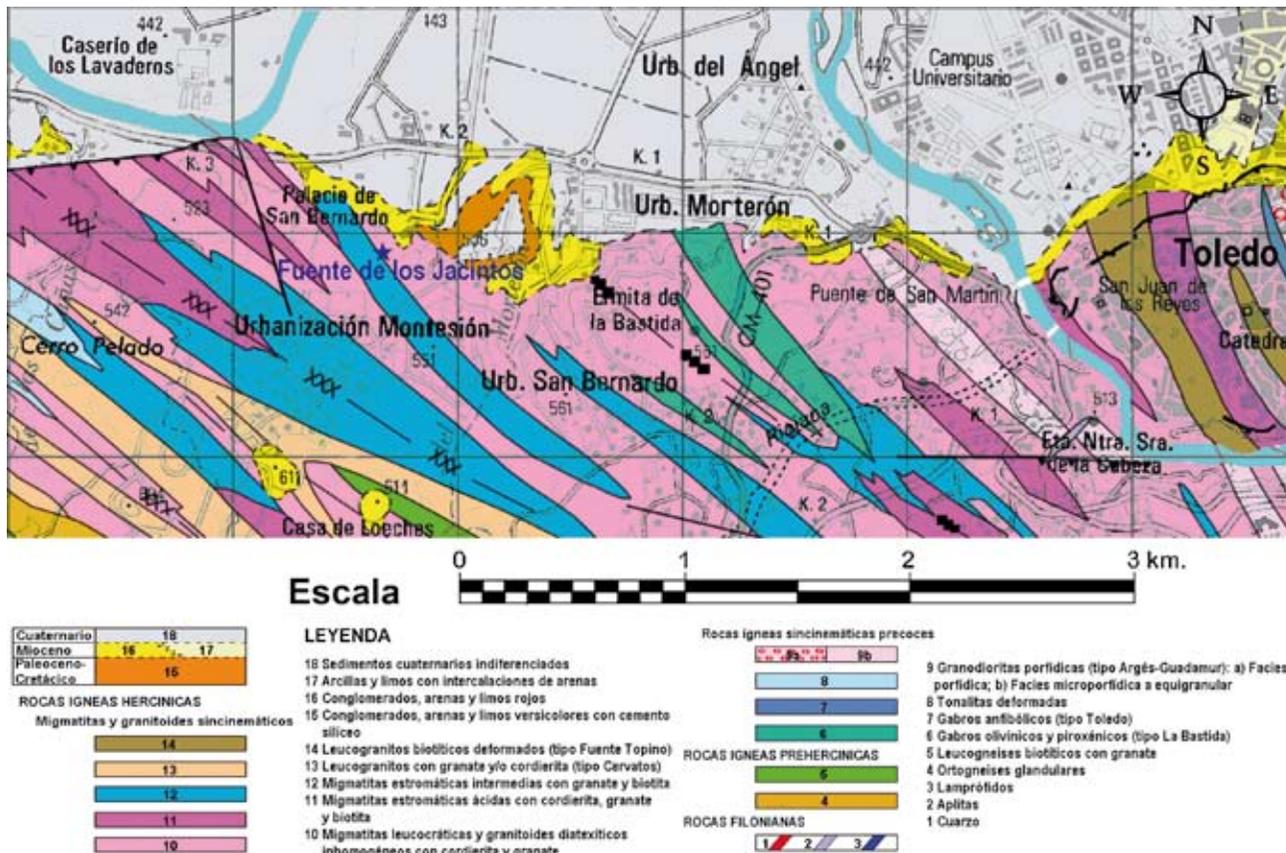


Figura 7. Mapa geológico simplificado de los alrededores de Toledo. (Modificado de Mediavilla et al., en prensa).
Figure 7. Simplified geological map of the outskirts of Toledo. (Modified from Mediavilla et al., in press).

Esta fábrica, corresponde a la foliación regional en el área migmatítica (S2) que traspone a una esquistosidad previa. Los mesosomas tienen asociaciones minerales con cordierita, sillimanita, granate, biotita, espinela e ilmenita, mientras que en los leucosomas aparecen cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa junto con granate y cordierita y con biotita, sillimanita e ilmenita como accesorios.

El granate de la Fuente de los Jacintos

En el yacimiento histórico de la Fuente de los Jacintos, el granate aparece tanto en el mesosoma como en el leucosoma de las migmatitas estromáticas. Macroscópicamente se observa que los dos tipos presentan hábito subsférico, con aristas redondeadas y sin desarrollo de facetas poliédricas. Sin embargo, los que aparecen en el mesosoma no responden a los caracteres morfológicos y a los tamaños señalados en la bibliografía histórica para los granates de este yacimiento.

Los granates de mayor tamaño aparecen en el leucosoma, pudiendo alcanzar hasta 10 cm de diámetro, en concordancia con lo descrito por Barbero (1992), para los granates del leucosoma de las granulitas migmatíticas. Son de color rojo granate y están bastante fracturados, resultando muy complicado extraer ejemplares completos. No se observan zonados cromáticos y presentan inclusiones de biotita parcialmente alterada a clorita, cuarzo y cristales idiomorfos milimétricos de apatito. Estas inclusiones han sido confirmadas mediante difracción de Rayos X. Los granates, están rodeados en la mayoría de los casos por una estrecha aureola leucocrática de composición cuarzofeldespática (Figura 9).

Los granates menores aparecen en el mesosoma como porfiroblastos alotriomorfos con los bordes lobulados debido a corrosión, que tienen bastantes inclusiones poiquilíticas de cuarzo y biotita en su mayoría, pudiendo incluir también opacos y apatito. Los cristales de granate pueden tener grietas en las que se encuentra cordierita retrogradada, pudiéndose encontrar también cordierita parcialmente retrogradada y biotita asociadas a las corrosiones marginales de este mineral. En algunos granates se encuentran acículas y haces de fibras de sillimanita que se forman sobre ellos en relación con los procesos de reajuste.

Estos granates están inmersos en una base granoblástica heterogranular de grano fino, orientada, que está formada por plagioclasa, cordierita, cuarzo y biotita, con opacos, apatito y circón en proporciones accesorias.

Composición química de los granates y biotitas

Con objeto de determinar la composición química del granate, se seleccionó un cristal de 3 cm de diámetro procedente un bloque de migmatitas que fue triturado, separándose posteriormente con la ayuda de una lupa binocular fragmentos libres de inclusiones para su análisis por fluorescencia de Rayos X y espectrometría ICP-MS. Los resultados de estos análisis figuran en las tablas 1 y 2 respectivamente.

También se han realizado análisis por microsonda electrónica tanto del núcleo como del borde de un cristal menor de granate procedente de una banda mesocrática de las migmatitas y de dos biotitas incluidas en el mismo, que se incluyen en las Tablas 1 y 3.



Figura 9. Cristal de granate de tamaño decimétrico rodeado por una aureola leucocrática, en una roca migmatítica.

Figure 9. Decimetre-sized garnet crystal surrounded by a leucocratic halo in a migmatitic rock.

Muestra	GT-FJ *	GT-17 borde	GT-17 núcleo
SiO ₂	37,15	38,19	38,85
TiO ₂	0,04	0,00	0,05
Al ₂ O ₃	20,33	23,27	22,55
FeO _T	31,65	32,10	30,77
MnO	0,90	0,71	0,51
MgO	5,57	5,43	6,40
CaO	1,20	0,77	0,80
Na ₂ O	0,00	0,06	0,00
K ₂ O	0,00	0,02	0,02
NiO	0,00	0,03	0,01
Cr ₂ O ₃	0,01	0,03	0,04
Fórmula: O = 12			
Si	3,034	2,990	3,044
Al ^{IV}	0,000	0,010	0,000
Al ^{VI}	1,957	2,138	2,083
Ti	0,002	0,000	0,003
Cr	0,000	0,002	0,003
Fe ³⁺	0,040	0,000	0,000
Fe ²⁺	2,121	2,102	2,017
Mg	0,677	0,633	0,747
Ni	0,000	0,002	0,000
Mn	0,062	0,047	0,034
Ca	0,105	0,065	0,067
Na	0,000	0,009	0,000
K	0,000	0,002	0,002
Andradita	2,14	0,00	0,17
Grossularia	1,42	2,28	2,18
Piropo	22,83	22,24	26,07
Almandino	71,49	73,82	70,40
Espesartina	2,10	1,66	1,19
	100,00	100,00	100,00
FeO	31,06	32,10	30,77
Fe ₂ O ₃	0,65	0,00	0,00
Total calculado	96,91	100,61	100,00

Tabla 1. Análisis químicos y fórmulas minerales de los granates de la Fuente de los Jacintos (GT-FJ, análisis por FRX; GT-17, borde y núcleo, análisis por microsonda electrónica).

* Eliminado 0,31% P₂O₅ y 0,37% CaO correspondiente a inclusiones de apatito.

Table 1. Chemical analysis and mineral formula of garnets from the Los Jacintos Fountain (GT-FJ, XRF analysis; GT-17, rim and core, electron microprobe analysis).

* Eliminated 0.31% P₂O₅ and 0.37% CaO corresponding to apatite inclusions.

Como puede observarse, la composición de estos granates corresponde a almandino con proporciones moderadas de piropo y bajas de espesartina, andradita y grossularia y es muy similar a la de los estudiados por Barbero (1992) en las granulitas migmatíticas del Complejo Anatéctico de Toledo (Figura 10).

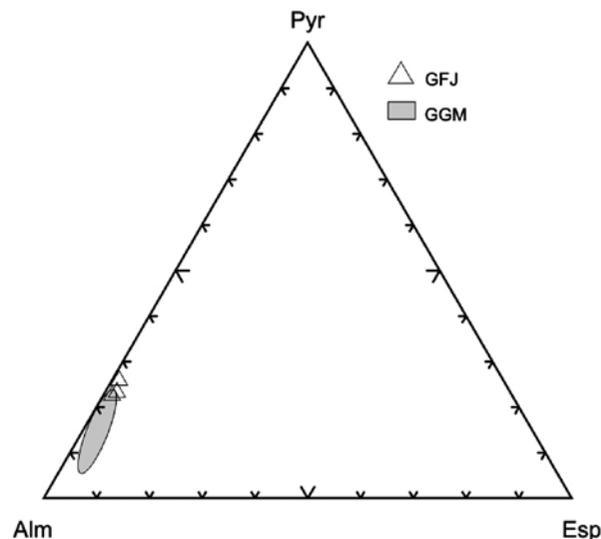


Figura 10. Composición de los granates de las granulitas migmatíticas (GGM) según datos de Barbero (1992) y datos de la Fuente de los Jacintos (GFJ).

Figure 10. Composition of garnets from migmatitic granulites (GGM) according to data afforded by Barbero (1992) and data of garnets from the Los Jacintos Fountain (GFJ).

Con respecto a los elementos traza determinados en el granate (Tabla 2), no se aprecia ninguna anomalía significativa, siendo únicamente de destacar unos contenidos considerables de Sc, Y y Zn.

Ba	6	Ce	96,2
Bi	4	Pr	10,9
Co	24	Nd	39,1
Cr	51	Sm	7,3
Cu	1	Eu	0,28
Ni	1	Gd	11,5
Pb	9	Tb	4,2
Sc	128	Dy	49,1
V	34	Ho	14,7
W	3	Er	50,9
Y	389	Tm	7,08
Zn	129	Yb	38,7
La	49,7	Lu	4,6

Tabla 2. Contenidos de elementos traza (ppm) del granate GT-FJ (determinados por ICP e ICP-MS).

Table 2. Trace-element contents (ppm) of garnet GT-FJ as determined by ICP and ICP-MS.

En el diagrama normalizado a la composición condritica (Figura 11 A) se observa un marcado fraccionamiento de las Tierras Raras Ligeras (LREE) con una disminución continua desde el La al Sm, con una anomalía negativa en Eu muy pronunciada y un enriquecimiento importante de las Tierras Raras Pesadas (HREE) que alcanza sus valores culminantes en el Er y en el Tm.

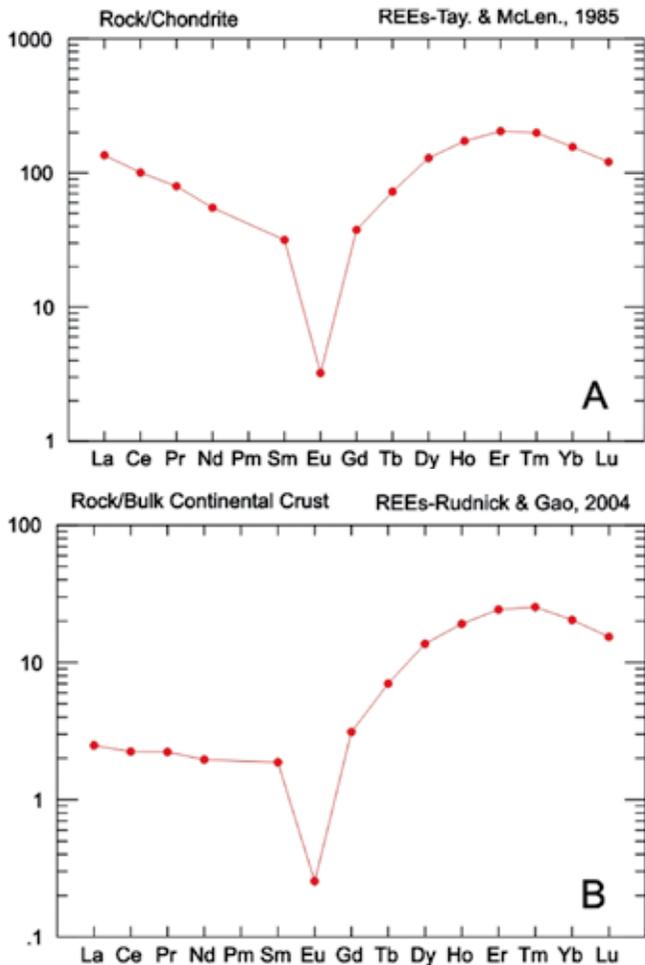


Figura 11. Diagramas de REE del granate de la Fuente de los Jacintos. A: Valores normalizados a la composición condritica de Taylor y McLennan (1985). B: Valores normalizados a la composición media de la corteza continental de Rudnick y Gao (2004).

Figure 11. REE diagrams of garnet from the Los Jacintos Fountain. A: Values are normalized to the chondrite composition of Taylor & McLennan (1985). B: Values are normalized to the average continental-crust composition according to Rudnick & Gao (2004).

En la normalización frente a la composición media de la corteza continental (Figura 11 B), se observa que la configuración del tramo del espectro correspondiente a las LREE es bastante plana y presenta un débil enriquecimiento con respecto a los valores corticales (aproximadamente x 2), con un fuerte empobrecimiento en Eu y con unas pautas de enriquecimiento de las HREE muy similar al que se aprecia con respecto a los valores condriticos.

Las dos biotitas incluidas en el granate, tienen una composición similar a las analizadas por Barbero (1992), situándose en nuestro caso en el extremo más pobre en hierro de las biotitas de las migmatitas granulíticas, lo que concuerda con las observaciones de este autor en las que pone de manifiesto que las biotitas incluidas en los granates son mas ricas en Mg que las restantes biotitas de las migmatitas. Estas biotitas son ricas en Ti, hecho que es bastante característico de las biotitas de las rocas granulíticas (Guidotti et al, 1977; Dymek, 1983) y que concuerda también con las observaciones de Barbero (1992).

Muestra	Bi20	Bi23
SiO ₂	35,58	36,61
TiO ₂	4,25	5,45
Al ₂ O ₃	18,11	17,12
FeO _T	16,68	14,76
MnO	0,04	0,10
MgO	11,66	12,44
CaO	0,07	0,11
Na ₂ O	0,37	0,43
K ₂ O	8,43	8,81
NiO	0,06	0,01
Cr ₂ O ₃	0,04	0,11
FeO.calc	15,78	14,54
Fe ₂ O ₃ .calc	0,99	0,25
Total	95,38	95,98
Fórmula: O = 11		
Si	2,659	2,702
Al. ^{IV}	1,341	1,298
Al. ^{VI}	0,254	0,191
Ti	0,239	0,302
Cr	0,002	0,006
Fe ³⁺	0,056	0,014
Fe ²⁺	0,986	0,897
Mn	0,003	0,006
Mg	1,298	1,368
Ni	0,004	0,000
Ca	0,006	0,009
Na	0,053	0,062
K	0,804	0,830

Tabla 3. Análisis y fórmulas minerales de biotitas incluidas en los granates de la Fuente de Los Jacintos.

Table 3. Analysis and mineral formulas of biotites included in the garnets from the Los Jacintos Fountain.

Condiciones de formación de los granates

Las condiciones P-T para el pico metamórfico en el Complejo Anatéctico de Toledo son de 800+/-50°C para presiones de 4-6 kb (Barbero, 1992, 1995; Barbero y Villaseca, 1995). Estas condiciones corresponden a un metamorfismo regional en facies granulítica y condicionan una anatexia generalizada con formación de fundidos graníticos peraluminosos a partir de rocas metapelíticas. Los procesos de fusión comenzaron con reacciones del tipo biotita (Bi) + sillimanita (Sill) + plagioclasa (Pg) + cuarzo (Q) = granate (Gt) + feldespato potásico (Fk) + fundido, que evolucionaron según progresaba la descompresión a biotita (Bi) + sillimanita (Sill) + plagioclasa (Pg) + cuarzo (Q) = granate (Gt) + cordierita (Cd) + feldespato potásico (Fk) + fundido.

Estos procesos suceden con posterioridad a un episodio previo de engrosamiento cortical que coincide con la fase tectónica D1, en el que se forma granate a partir de la desestabilización de la biotita, bajo unas condiciones de presión superiores a 8 kb y a temperaturas de más de 750°C, pero inferiores a 850-900°C debido a la ausencia de ortopiroxeno en estas rocas.

Todas estas transformaciones regionales condicionan la generación y reajuste del granate de la Fuente de los Jacintos en el Complejo Metamórfico de Toledo. El gran tamaño alcanzado por algunos de estos cristales de granate es posiblemente debido al hecho de que en los leucosomas migmatíticos, la proporción de gérmenes cristalinos ha sido menor y la movilidad química ha sido considerable, lo que ha favorecido el crecimiento de los cristales.

Conclusiones y consideraciones finales

Durante los trabajos de actualización de la colección de minerales de Castilla-La Mancha que se están llevando a cabo en el Museo Geominero (IGME) se ha localizado el histórico yacimiento de granate almandino de la Fuente de los Jacintos, que se halla en el interior de un recinto monacal próximo a la Dehesa de San Bernardo, a poco más de 2 km al oeste de Toledo.

Los granates aparecen en el leucosoma de una migmatita estromática, asociados a minerales cuarzo-feldespáticos. Presentan hábitos alotriomorfos, normalmente subredondeados; pueden alcanzar varios centímetros de diámetro y están rodeados por una aureola leucocrática cuarzo-feldespática.

La composición de estos granates es fundamentalmente almandínica, con proporciones moderadas de

piropo y bajas de grosularia y espesartina, en concordancia con las referidas para los granates de las migmatitas del Complejo Anatéctico de Toledo (Barbero, 1992).

Se han recuperado algunas muestras de interés para el Museo Geominero, de las cuales la inventariada con el nº 11817, está actualmente (Febrero 2012) expuesta en la vitrina nº 122 de la colección de Castilla-La Mancha.

Agradecimientos

Queremos agradecer a José Ignacio Manzano, Padre Superior del Monasterio de Monte Sión, por permitirnos la visita al interior del recinto y por acompañarnos en la misma. También a nuestros compañeros del Laboratorio del IGME en Tres Cantos, por la pericia demostrada al realizar buena parte de los análisis con la muestra procedente de un único megacristal, y a Alfredo Fernández Larios, técnico de la microsonda electrónica de la UCM, por la paciencia y el apoyo prestado. Enrique Díaz (IGME) revisó el texto y las traducciones al inglés. Este trabajo se incluye dentro del proyecto del Instituto Geológico y Minero de España "Actualización y puesta en valor de la colección por comunidades autónomas del Museo Geominero: Madrid y Castilla-La Mancha".

Referencias

- Ayuntamiento de Toledo 2007. *Plan de Ordenación Municipal de Toledo*. Ficha 37, Jardines de San Bernardo.
- Barbero, L. C. 1992. *Plutonismo sin-orogénico en un área granulítica hercínica: el Complejo Anatéctico de Toledo*. Tesis Doctoral del Dep. de Petrología y Geoquímica de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, 504 pp.
- Barbero, L. 1995. Granulite facies metamorphism in the Anatectic Complex of Toledo, Spain: late Hercynian tectonic evolution by crustal extension. *Journal of the Geological Society of London*, 152, 365-382.
- Barbero, L. y Villaseca, C. 1995. Geochemical and isotopic disequilibrium in crustal melting: An insight from the anatectic granitoids from Toledo, Spain. *Journal of Geophysical Research*, 100, 15745-15765.
- Calderón, S. 1910. *Los minerales de España*. Pub. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 2 vol.
- Dymek, F.R. 1983. Titanium, aluminium and interlayered cation substitution in biotite from high-grade gneisses, west Greenland. *American Mineralogist*, 68, 880-899.
- Fernández Navarro, L. 1914. Gneis granatífero de Toledo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 14, 388-390.

- Guidotti, C.V., Cheney, J.T. y Guggenheim, S. 1977. Distribution of titanium between coexisting muscovite and biotite in pelitic schists from northwestern Maine. *American Mineralogist*, 62, 438-448.
- Herrgen, C. 1799. Materiales para la geografía mineralógica de España, y de sus posesiones en América. *Anales de Historia Natural*, 1, 5-16.
- Leblic, V. 2001. El Císter en Toledo. *Monografías Toledanas*, 2. Editorial Toledo Tierras y Pueblos, 39 pp.
- Limón, A. 1697. *Espejo Cristalino de las Aguas de España*. Alcalá, Francisco García Fernández. Fol. 167 y sigs.
- Mediavilla, R., Rubio Pascual, F.J. y Pérez González, A. (en prensa). *Mapa geológico de España, E 1:50.000 n° 629 (Toledo)*. Segunda serie (MAGNA). IGME, Madrid.
- Morales, G. 1605 *Libro de las Virtudes y Propiedades de las Piedras Preciosas*. Madrid, Luis Sánchez. Fol 119.
- Rudnick, R.L. y Gao, S. 2004. Composition of the continental crust. In: *The Crust*. R.L. Rudnick, R.L.(ed.), Vol. 3. *Treatise on Geochemistry*. Holland, H.D., Turekian, K.K. (eds.), Elsevier-Pergamon, Oxford, 1-64.
- Taylor, S.R. y McLennan, S.M. 1985. *The continental crust: its composition and evolution*: Blackwell, Oxford, 312 p.

Recibido: octubre 2011

Revisado: enero 2012

Aceptado: febrero 2012

Publicado: abril 2012