

# LA CABRERA

El Pico de la Miel (1.392 m) es la cima más característica de la Sierra de La Cabrera, macizo granítico del borde meridional de la Sierra Norte de Madrid. Foto: G. García, 1/2008.





*Encuadre geológico e histórico del plutón de La Cabrera:  
Entorno de la Cueva del Cristal.*



*Las canteras de roca ornamental. El granito de Madrid:  
Perforadora múltiple montada sobre una pala de ruedas.*



*La mineralogía de las formaciones pegmatíticas del Plutón:  
Drusa de cuarzo cristal de roca, uno de los minerales característicos.*

# PLUTÓN DE LA CABRERA

## PEGMATITAS GRANÍTICAS Y ALTERACIONES HIDROTERMALES

**Autores:** José GONZÁLEZ DEL TÁNAGO (\*); Rafael Pablo LOZANO (\*\*); José GONZÁLEZ DEL TÁNAGO CHANRAI (\*\*\*)

(\*) Dpto. de Petrología y Geoquímica. Facultad de C.C. Geológicas. Instituto de Geología Económica C.S.I.C. Universidad Complutense. 28040 Madrid. [tanago@geo.ucm.es](mailto:tanago@geo.ucm.es)

(\*\*) Museo Geominero. Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid [r.lozano@igme.es](mailto:r.lozano@igme.es); (\*\*\*) Ponzano, 72. 28003 Madrid. [j\\_tanago@geoprint.es](mailto:j_tanago@geoprint.es)

### ENCUADRE GEOLÓGICO Y ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

**E**l plutón granítico de La Cabrera se encuentra situado en el norte de la Comunidad de Madrid, formando parte de las estribaciones más orientales de la Sierra de Guadarrama, en el límite con Somosierra. Se extiende por los términos mu-

nicipales de El Berrueco, Cervera de Buitrago, Robledillo de la Jara, Manjirón, Siete Iglesias, Navas de Buitrago, Lozoyuela, Garganta de los Montes, Canencia, Bustarviejo, Cabanillas de la Sierra y La Cabrera. En la parte central presenta una morfología más abrupta, y allí el granito forma una línea de crestas con paredes verticalizadas que destacan nítidamente desde la lejanía sobre los terrenos metamórficos circundantes. Ello hace que esta

parte adquiera una personalidad propia, denominándosela, desde una perspectiva más geográfica que geológica, Sierra de La Cabrera. La autovía A-I atraviesa el plutón en sentido N-S y, prácticamente todo él, aflora dentro de la Hoja 484, Buitrago de Lozoya, y apenas unos kilómetros cuadrados al norte de la Hoja 509, Torrelaguna, ambas del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 - (Febrel *et al.*, 1958; Fuster y Febrel, 1959).



Vista aérea del paraje de Navazales en 10/1999. Popularmente conocida como cantera "de los gallegos", es explotada por la empresa "David Fernández Grande", la más importante de la zona, con taller de elaboración en El Berrueco y planta de áridos en Navazales. Foto: Paisajes Españoles.



Las primeras referencias geológicas al plutón de La Cabrera sólo le aluden de pasada, al tratarse de estudios generales de la provincia de Madrid o del conjunto de los granitos del batolito del Sistema Central Español. Estos estudios comenzaron a realizarse de una manera sistemática por la Comisión del Mapa Geológico de España (antecedente histórico del actual IGME) encargada de elaborar el primer mapa de este tipo en España. Las eminentes figuras de Ezquerro del Bayo (1850 - 59), Casiano de Prado (1851 - 53), Aldama (1851) y De Luján (1851, 1852a y 1852b), pusieron los cimientos para el conocimiento geológico de esta zona de la provincia de Madrid. Prado (1852) recopila estos trabajos y, añadiendo datos propios, publica el primer plano donde ya aparece individualizado el plutón de La Cabrera, si bien con unos límites que

más tarde habrían de retocarse. Su memoria, publicada en 1864, constituye el primer estudio geológico de la provincia de Madrid, en donde se abordan problemas que afectan a este plutón. Aparte de los trabajos regionales de Mallada (1895) y San Miguel (1936), no es hasta la confección de la cartografía geológica de la zona a escala 1: 50.000 (Febrel, *et al.*, 1958, y Fuster y Febrel, 1959) cuando se comienza a estudiar de manera específica el plutón de La Cabrera. A lo largo de todo este tiempo, sin embargo, se publican también algunas referencias geológicas y reseñas mineralógicas de la Sierra de La Cabrera, producto algunas veces de excursiones que, para el estudio de la naturaleza de los alrededores de Madrid, organizaban de vez en cuando la Institución Libre de Enseñanza y el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (Fer-

## ABSTRACT

*The La Cabrera granite pluton is located at the north of Madrid province. More than 85 different species of minerals have been found inside, especially in the miarolitic cavities. Some of these species are very rare not only in the national context but also at an international level (kamphaugite-(Y), stokesite, kainosite-(Y), allanite-(Nd), etc.). Inside the miarolitic cavities there are both pegmatitic minerals and high and low temperature hydrothermal minerals (more recent). Hydrothermal minerals from La Cabrera use to be calcic minerals, much more common in basic igneous rocks than in granites, and that enhances the exceptionality of such outcrops. Granite exploitation with an ornamental objective has provided many chances to recover hundreds of specimens.*



Excelente agregado translúcido de prehnita sobre feldespatos. Tamaño: 3,3 cm. La Cabrera. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.



Corte con hilo diamantado. En el frente se aprecia la cavidad recubierta de cuarzo y prehnita aludida en el texto, descubierta en 1999. Cantera de El Berrueco. Foto: J. González del Tánago.



Panorámica de los relieves del plutón de La Cabrera (al fondo), tomada desde el mirador de Arrebatacapas. En primer plano se pueden apreciar los materiales cretácicos verticalizados. Foto: R. Lozano.

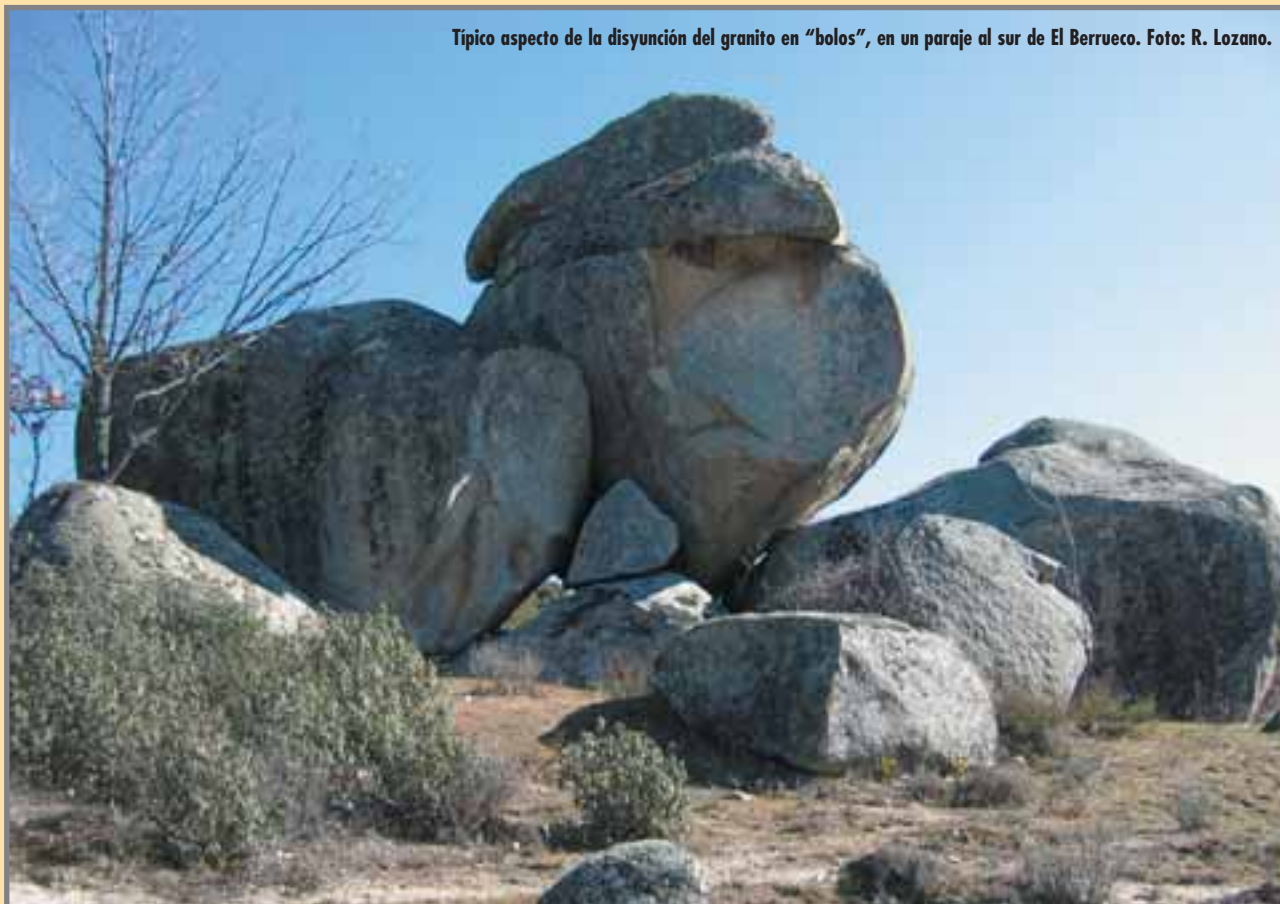
nández Navarro, 1903a; González-Reguer, 1916). Se pueden incluir en esta etapa los trabajos, aunque temporalmente más tardíos y desconectados de los anteriores, de San Miguel de la Cámara y Asensio (1955), Pedro (1956) y de San Miguel de la Cámara y San Miguel Arribas (1957).

Los estudios modernos del plutón de La Cabrera aparecen de la mano de Bellido y colaboradores (Bellido, 1980; Bellido y Barrera, 1979; Bellido *et al.*, 1991). Este autor, que defiende en 1979 su Tesis Doctoral sobre la petrología de este plutón, es quien efectúa el mejor y más completo estudio reali-

zado hasta la fecha del mismo, referencia obligada para investigaciones posteriores. Recientes trabajos en donde se contemplan aspectos petrológicos del plutón de La Cabrera, aunque desde la perspectiva general del plutonismo del Sistema Central, se encuentran en Aparicio *et al.*, 1975 y 1983; Vi-



Típico aspecto de la disyunción del granito en "bolos", en un paraje al sur de El Berrueco. Foto: R. Lozano.



llaseca (1983); Villaseca *et al.* (1993); Villaseca y Herreros (2000) y Villaseca (2003).

Con posterioridad al trabajo de Bellido (1979) se inician los estudios de las pegmatitas y de su mineralogía, así como de las alteraciones hidrotermales de este plutón: Bellido *et al.* (1983); González del Tánago *et al.* (1986); Navarro y Puche (1995); Lozano (1996); Lozano *et al.* (1996); Lozano *et al.* (1997); González del Tánago (1997); González del Tánago y La Iglesia (1998); Lozano *et al.* (2000); González Laguna *et al.* (2000); González Laguna y Casquet (2001); Lozano (2003); Lozano *et al.* (2004); González del Tánago *et al.* (2006). Todos ellos, excepto el de Navarro y Puche, dentro de líneas de investigación del Departamento de Petrología y Geoquímica de la Universidad Complutense de Madrid.

Además, dentro de las publicaciones realizadas sobre los minerales de la Comunidad de Madrid, se hace mención expresa a minerales de La Cabrera en los trabajos de Pérez Regodón (1970), Mirete y Gumiel (1998), González del Tánago y González del Tánago (2002) y Pérez Soba *et al.* (2007).

Por último, cabe destacar algunos trabajos sobre la mineralogía de las pegmatitas de La Cabrera, realizados desde el punto de vista divulgativo. Entre ellos se encuentran unas páginas de la revista *Bocamina* (1994) y los trabajos realizados, desde esta perspectiva, por Marcos (1991); Sanabria (2000) y Lozano *et al.* (2006).

## GEOLÓGIA DEL PLUTÓN DE LA CABRERA

Dentro de los batolitos hercínicos europeos, el de los granitos del Sistema Central Español, con más de 13.000 km<sup>2</sup> de afloramiento, constituye uno de los mayores. Está compuesto por más de un centenar de complejos plutónicos, que se emplazaron a lo largo de un periodo de 40 - 50 millones de años (Ma), a favor de un régimen distensivo tardío o post-orogénico. El plutón de La Cabrera, con una forma elíptica irregular, aflora en una superficie próxima a 125 km<sup>2</sup> y constituye

el afloramiento granítico más oriental de este Sistema. Su edad fue determinada por Vialette *et al.* (1981) en  $310 \pm 14$  y  $288 \pm 5$  Ma, utilizando la sistemática rubidio/estroncio para el monzogranito y el leucogranito, respectivamente. Recientemente Casquet *et al.* (2004), utilizando en esta ocasión el método de evaporación secuencial plomo/plomo en circones del monzogranito, han encontrado la edad de  $302 \pm 3$  Ma.

Los granitos del Sistema Central Español se pueden agrupar, de una manera general, en tres tipos principales: granitos biotíticos con cordierita ocasional (moderadamente peraluminicos con afinidad a granitos tipo S), granitos biotíticos con anfíbol ocasional y allanita accesorio, (débilmente peraluminicos y con afinidades a granitos tipo I), y granitos biotíticos con características intermedias entre ambos (Villaseca *et al.*, 2003). Los granitos biotíticos del plutón de La Cabrera encajarían en el tercer tipo.

El encajante de este plutón está constituido por gneises y metasedimentos con un grado metamórfico que aumenta de este a

# LA CABRERA



Esquema geológico del plutón de La Cabrera, con la ubicación de las canteras de explotación de granito biotítico de grano grueso.



Antigua explotación en el Lanchar de la Condesa, para obtención de piedras de molino. Foto: A. Bueno, 1/2005.

oeste, pasando de metasedimentos de grado medio con estauroлита en la zona oriental, a gneises con algunos metasedimentos de alto grado, con sillimanita y cor-

dierita y, a veces, afectados por procesos de migmatización en el borde más occidental. El contacto del plutón con estos materiales es normalmente intrusivo y produce un me-

tamorfismo térmico, más acusado, obviamente, hacia el este, en los materiales de menor grado (Bellido, 1980). Conviene señalar la presencia en el encajante de algunas venas de segregación metamórfica asociadas a las directrices del metamorfismo regional, así como cuerpos pegmatíticos del tipo moscovítico (em, 1982) con moscovita y andalucita, discordantes respecto a la esquistosidad principal.

En los granitos de la Cabrera se pueden distinguir dos facies principales, ambas con biotita como único mineral ferromagnesiano (véase mapa adjunto): los monzogranitos y granitos biotíticos de grano medio, que resulta la facies dominante; y los leucogranitos de grano fino a medio. En algunas áreas periféricas la facies monzogranítica se hace localmente granodiorítica, apareciendo minerales específicos como clinopiroxeno, anfíbol y allanita ortomagmática. Una descripción pormenorizada de las características petrológicas y mineralógicas de estas facies se puede encontrar en Bellido (1979) y Bellido *et al.* (1991).

La distribución de ambas facies es irregular, predominando el leucogranito hacia la parte central del afloramiento, con tendencia a formar cuerpos más o menos laminares. El contacto entre las facies, aunque puede ser neto en el caso de filones o pequeños cuerpos tabulares de leucogranitos, normalmente no se encuentra bien definido, siendo gradual, con buzamiento muy tendido hacia el norte, y con frecuentes interdigitaciones. En ocasiones resulta problemático diferenciar el tipo de facies que se está contemplando. Todo ello parece apuntar a que el leucogranito intruyó en el monzogranito, si bien en una etapa en la que este último todavía no estaba consolidado.

La morfología externa y el tipo de afloramiento de las distintas facies que componen el plutón varían bastante. Así, los afloramientos correspondientes a los monzogranitos suelen originar formas relativamente aplanadas y con pequeño resalte topográfico local, mientras que las facies leucograníticas dan formas más agrestes, con fuertes resaltes topográficos. Esto es lo que ocurre especialmente en la





Cristales centimétricos de ortodasa con albita. Encuadre de 7,5 cm. Bustarviejo. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.



Aspecto de la fracturación subhorizontal del granito biotítico. Foto: A. Bueno, 1/2005.



Erosión lineal del granito relacionada con trenes de fracturación vertical. Foto: A. Bueno, 1/2005.



Afloramiento de un filón de cuarzo vertical intragranítico. Foto: A. Bueno, 1/2005.



Enclave de color oscuro (gabarro) no asimilado durante los procesos de fusión que originaron el granito. Foto: A. Bueno, 1/2005.





Cavidad pegmatítica de apreciables dimensiones, localizada en Valdemanco.  
Foto: C. González Bargueño, 5/2004.



Bloque perteneciente a un potente dique de pegmo-aplita. A la izquierda se encuentra el contacto con el granito biotítico de grano grueso y a la dcha se observa un dique interior de pegmatita con alguna miarola. Valdemanco. Foto: R. Lozano.

Sierra de La Cabrera, entre El Berrueco y Valdemanco, alrededor del Pico de la Miel (1.564 m). Aquí se alcanzan las mayores alturas aparentes del plutón, sin embargo, es en la ladera del pico Mondalindo donde el granito aflora a mayor altura, al sobrepasar la cota de los 1.600 m.

Es notable la disimetría que se observa entre las laderas norte y sur de la Sierra de La Cabrera. Así, mientras la ladera norte presentan una pendiente relativamente suave, la vertiente meridional está caracterizada por una fuerte pendiente con paredes muy verticalizadas, coronadas por una serie de torreones y castilletes que separan bloques graníticos, originados por un sistema de diaclasado subvertical muy desarrollado (Bellido *et al.*, 1991).

Las estructuras internas visibles en el plutón de La Cabrera son mayoritariamente de flujo, y pueden resultar espectaculares y muy ilustrativas en los frentes abiertos de las canteras. Se aprecian

*“Dentro del Sistema Central Español, es en el plutón de La Cabrera donde mejor se manifiestan los procesos hidrotermales post-pegmatíticos”*

entonces bandeados composicionales que responden a un diferente contenido mineral, siendo especialmente llamativos los bandeados biotíticos (*schlieren*).

Las abundantes cavidades miarolíticas que contienen los granitos de La Cabrera, parecen denotar que la saturación en volátiles de los fundidos se produjo cuando todavía una buena parte de estos tenían una viscosidad baja, alcanzándose entonces el equilibrio entre las presiones litostáticas y la de los fluidos. Estas consideraciones, unidas al carácter secundario de la mos-

covita en estos granitos, moderadamente aluminicos, refuerzan la idea de que su emplazamiento tuvo que ocurrir en niveles relativamente someros. Bellido (1979), teniendo en cuenta diversos factores petrológicos, incluyendo las paragénesis de las rocas comeánicas del encajante, determinó una profundidad de emplazamiento entre 5 y 7 km.

La presencia de enclaves o inclusiones en el granito de La Cabrera es reducida pero, no obstante, se pueden distinguir varios tipos de ellos. Los más abundantes son los xenolitos de las rocas encajantes del plutón, si bien exclusivamente ubicados en las zonas de contacto. Existen también enclaves de composición granodiorítica y aun tonalítica, de grano fino y color gris, que son más frecuentes en las zonas marginales. También hay que señalar la presencia de enclaves micáceos de naturaleza biotítica, así como nódulos cordieríticos (Bellido, 1979; Bellido y Barrera, 1979).



Sección de un pequeño cuerpo pegmatítico sin cavidades, en el que se llega a apreciar una zona interna formada por grandes cristales de cuarzo y feldespatos y una zona de borde de grano más fino. Carretera de La Cabrera a Valdemanco. Foto: J. González del Tánago.

La actividad filoniana ligada a este plutón está principalmente representada por un conjunto de diques o cuerpos de morfología muy variable, que pueden alcanzar dimensiones cartografiables, compuestos por aplitas y leucogranitos biotíticos. Los contactos de estos cuerpos con el granito encajante son muy variados, desde netos a graduales o difusos, con unos trazos que pueden oscilar de rectos a sinuosos o interdigitados, indicando un periodo de intrusión-emplazamiento del leucogranito en el monzogranito bastante dilatado en el tiempo. A estos cuerpos parecen estar ligadas algunas de las manifestaciones pegmatíticas que se encuentran en La Cabrera.

Otras manifestaciones filonianas que aparecen en este plutón son los diques de cuarzo de carácter más tardío. Se trata de filones hidrotermales que aparecen tanto en el monzogranito como en el leucogranito. La dirección de estos filones suele estar próxima a la N-S (González Laguna *et al.*, 1999; Martín Crespo, 2000) y su potencia oscila desde unos pocos centímetros hasta los dos metros. Están formados por cuarzo lechoso de manera masiva con alguna oquedad drusificada, y de manera ocasional, pueden contener algunos minerales hidrotermales como moscovita, epidota, calcita o pirita.



Cuarzo cristal de roca de 2,5 cm, de notable transparencia y perfección. Navazales. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.



Bloque deshechado donde se aprecia la forma y contacto de una banda pegmoaplítica con el granito encajante. En la banda se han formado pequeños cuerpos pegmatíticos. El Berrueco. Foto: J. González del Tánago.





Imagen desde satélite de la zona de estudio, con las diferentes canteras que han sido exploradas. En el extremo inferior izquierda aparece el sector Navazales, El Berrueco a la derecha y la cantera de Sieteiglesias en el límite norte. Google Earth.



Vistosa estructura pegmatítica de ascenso de fluidos formada cuando el granito estaba aun sin consolidar. Foto: G. García, 10/1991.



Talud de la carretera de Navalafuente a Bustarviejo, donde apareció una importante bolsada con cristales de molibdenita. Foto: G. García, 1/2008.



Estructura pegmatítica con cuarzo, feldespatos y biotita, dentro de un dique de pegmatita. La curvatura se debe al ascenso de los fluidos pegmatíticos, ricos en volátiles y más ligeros que el fundido granítico. Encuadre: 8 cm. Foto: R. Lozano.

Por último, desconectados genéticamente con el plutón, aparecen diques de pórfido de composición granítica a granodiorítica (Huertas, 1990; Galindo *et al.*, 1994). También conviene señalar la presencia de algunas episienitas ligadas a determinadas zonas de fractura, en donde el paso de fluidos conlleva importantes procesos hidrotermales locales (Caballero *et al.*, 1991).

Entre todos los plutones que componen el batolito del Sistema Central Español, probablemente sea en el de La Cabrera en donde mejor y más visiblemente se ponen de manifiesto los procesos hidrotermales post-magmáticos. En este plutón, estos parecen enlazar, sin una solución de continuidad, con los

procesos consustanciales con el enfriamiento y consolidación de todo plutón granítico. Este proceso se prolonga hasta un hidrotermalismo de “bajo grado”, completamente desconectado ya del proceso magmático general, tanto desde el punto de vista geoquímico como del temporal, ya que sus efectos se alargan hasta casi la actualidad (Lozano, 2003). Se volverá a hablar de estos procesos al tratar de las pegmatitas graníticas que se emplazaron en este plutón, pues es en el relleno de las cavidades miarólicas de estos cuerpos en donde, desde una perspectiva mineralógica, se pone de manifiesto todo este largo episodio hidrotermal de una forma espectacular, (Lozano *et al.*, 2004).

## MINAS Y CANTERAS

No se tienen apenas noticias de yacimientos minerales intraplutónicos en La Cabrera. No obstante, existió alguna denuncia minera, como la denominada La Pilarica (Febrel *et al.*, 1958), para el beneficio de estaño y wolframio, sin que conozcamos el fundamento de la misma ni hayamos podido reconocer en el campo sus trabajos, quizás por encontrarse solapados por canteras de granito más recientes. Jiménez *et al.* (2004) señalan actividad aluvionar en los años ochenta en los arroyos Jóbalo y de Los Chorros, así como la existencia de las ruinas del lavadero de estaño de la mina Isabelita en Lozoyuela.



Estructuras pegmatíticas asociadas a schlierens seccionadas por los primeros frentes de la cantera de Bustarviejo. Foto: G. García, 11/1991.



Otra estructura pegmatítica en un frente superficial de la cantera de Bustarviejo en 1991. Foto: G. García.



Magnífico ejemplar de ortoclasa de 9 cm encontrado en 1989 en las arenas del embalse de El Atazar, cerca de la vía de servicio del Canal de Isabel II, próxima a El Berrueco. Foto: J. González del Tanago Chanrai.

*“El plutón de La Cabrera es un importante centro de producción de granito ornamental, con 4 grandes canteras en actividad”*

Sí existen, por el contrario, algunos yacimientos metálicos fuera del plutón que se podrían, en algunos casos, considerar ligados a la actividad del mismo (Cánepa, 1967; Vindel, 1982; Jiménez *et al.*, 2004). Sin embargo, dado que su emplazamiento ocurre en el encajante, consideramos que su estudio se sale del marco de este trabajo.

La extracción minera en el plutón de La Cabrera parece pues reducirse a los intentos de aprovechamiento industrial del cuarzo, caso de la Cueva del Cristal, de la que se hablará más adelante, o a los vestigios de alguna prospección de este mineral en la zona del Mondalindo. La referencia de Madoz (1842 - 1850) señalando en el pueblo de La Cabrera actividades mineras referidas a plomo y alcohol (de alfareros, galena) no se ha podido confirmar, al menos dentro de la extensión que actualmente ocupa su término municipal.

Sin embargo, en el plutón de La Cabrera, y desde hace apenas algo más de una década, ocurre lo contrario con la explotación industrial del granito, siendo actualmente, junto con Cadalso de los Vidrios, un importante centro de producción de esta roca de alto valor ornamental.

En la mayoría de los pueblos de la Sierra del Guadarrama que aparecen asentados en las inmediaciones de afloramientos graníticos, existieron desde siempre labores de cantería, prácticamente artesanales, en donde el granito se utilizaba como material noble de construcción. En afloramientos graníticos más cercanos a Madrid, como los de la Fonda de la Trinidad en Villalba de Guadarrama, Cabeza Mediana en Alpedrete, o los de El Boalo (en donde llevo a funcionar, hasta después de la Guerra Civil, un ferrocarril minero de vía estrecha para el transporte del granito desde sus canteras hasta la estación del de vía ancha de Villalba de Guada-





Una perspectiva parcial reciente de la cantera de Navazales. Al fondo la silueta de la Sierra de La Cabrera. Foto: G. García, 1/2008.



Carro perforador sobre orugas Tamrock. Foto: J. González del Tánago.



Transporte de bloques. Foto: J. González del Tánago.

rama) los trabajos extractivos se vieron impulsados por las numerosas obras públicas que, de todo tipo, se realizaban en la capital del Reino, y ya en la última mitad del siglo pasado, con la construcción de segundas residencias en el eje de la carretera de la Coruña, sin olvidar en los años cuarenta y cincuenta la faraónica obra del valle de Cuelgamuros (denominación geográfica cambiada por razones políticas después de la Guerra Civil por Valle de Los Caídos). A pesar de ello, en la mayoría de los casos, las canteras eran de pequeño tamaño, casi familiares, regentados siempre por emigrantes gallegos que fueron los que introdujeron en la Sierra de Guadarrama el arte de la extracción y manipulación del granito. Un arte que, dicho sea de paso, requiere una gran experiencia y un buen conocimiento del comportamiento mecánico de esta roca. El cantero debe intuir las superficies de fractura y adelantarse a la aparición de pequeñas diaclasas (*pelos*, en la terminología local) que, si no se han tenido en cuenta, se mostrarán más tarde en toda su crudeza desdiciendo la calidad del granito. La aparición de estas grie-

*“El cantero debe intuir las superficies de fractura (el “andar” de la piedra) y adelantarse a la aparición de pequeñas diaclasas”*

tas, después de ser extraído el granito de la cantera, se debe a la liberación de tensiones una vez que la roca queda liberada de la carga litostática a que ha estado sometida.

En la primera época los frentes de arranque de estas canteras no pasaban de algunas decenas de metros de longitud, en bancadas de escasa altura que excepcionalmente sobrepasaban los diez metros. En el mismo frente se diseñaba y cortaba la roca según las necesidades y luego, separados los cortes del frente, se terminaban de elaborar en la propia cantera, dándole manualmente el acabado requerido a puntero o bujarda. El producto final eran sillares, dinteles, jambas y, en general, formas más o menos paralelepédicas que se utilizaban preferentemente en los pa-

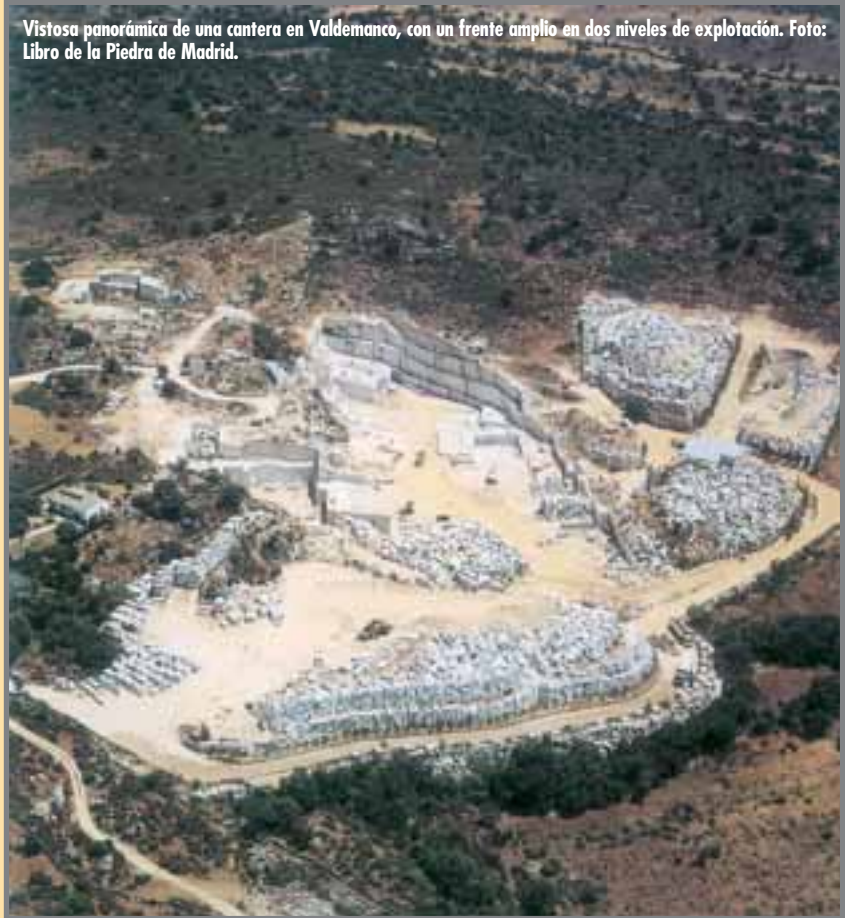
ramentos vistos, donde el uso del granito ennoblecía la construcción, reservándose el ladrillo o piedra de inferior calidad para los paramentos internos. Sólo, excepcionalmente, en obras monumentales se utilizaba exclusivamente sillería de granito. Por aquel entonces las canteras situadas en la Sierra de La Cabrera, por quedar algo más alejadas de Madrid capital y de los centros de consumo comentados, sólo tuvieron un carácter estrictamente local, que apenas cobró algún impulso con la puesta en servicio del ferrocarril Madrid - Burgos. Febrel *et al.* (1958) comentan que en 1958 existían 5 canteras en el término de El Berrueco, 3 en Lozoyuela y 2 en La Cabrera. Sin embargo, esta situación cambió radicalmente a partir de los años 80, cuando se comenzó a introducir y utilizar masivamente en España todo un conjunto de maquinaria capaz de extraer y serrar la piedra a una escala industrial. La posibilidad de serrar la piedra al objeto de obtener placas de pocos centímetros de espesor, para usos tan dispares como recubrimientos de fachadas, solados, encimeras etc., abrió todo un abanico de posibilidades para este material,



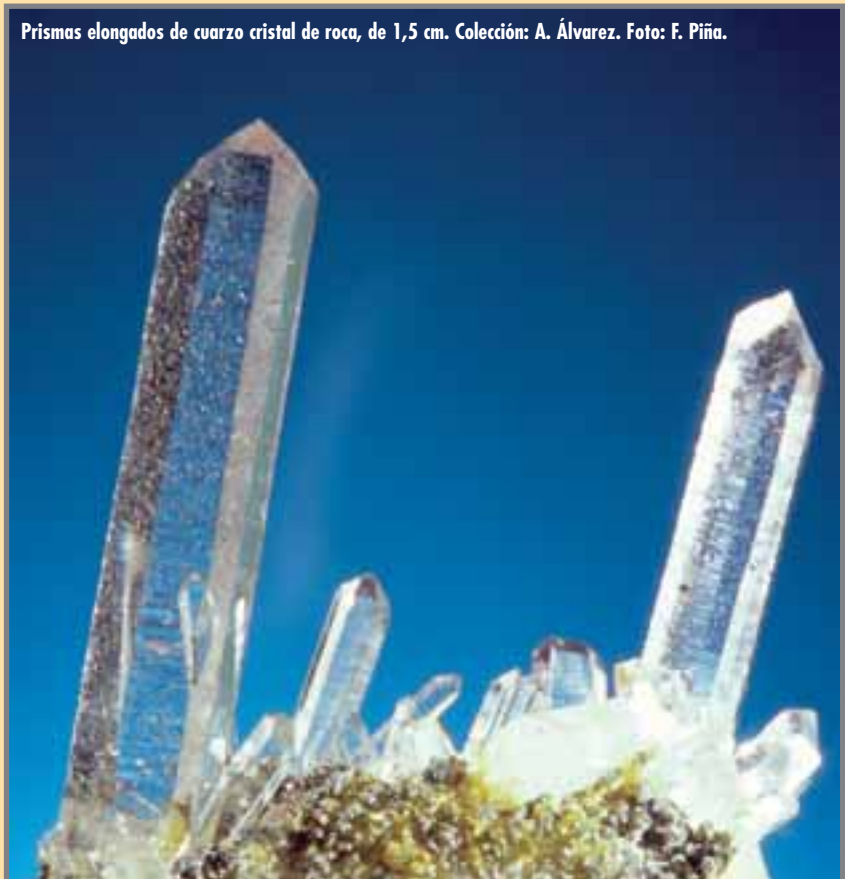
**Cuarzo ahumado de 7 cm, con la punta recrecida parcialmente por una fase de cuarzo lechoso. Valdemanco. Colección: Museo Geominero. Foto: J. González del Tánago Chanrai.**

lo que supuso un importante salto cuantitativo y cualitativo en esta cantería. Se hizo necesario encontrar nuevos afloramientos donde se pudieran abrir grandes frentes de arranque, mucho más largos y altos que los anteriores, en donde se pudieran extraer grandes bloques de granito que se transportaban para su corte, serrado y manipulado a grandes naves industriales especialmente construidas para ello.

En la Sierra de La Cabrera, debido a la existencia de importantes afloramientos graníticos en lugares despoblados aunque de fácil acceso y, por tratarse de un granito más o menos homogéneo y relativamente menos afectado tectónicamente que el de otros puntos de la Sierra del Guadarrama, se asentaron varias empresas de ámbito nacional dedicadas a la explotación industrial de esta roca. En la actualidad existen varios sectores productivos, siendo el mayor el que está situado en la cuenca alta del Arroyo de Albalá, esencialmente dentro del término de Valdemanco aunque una parte de los trabajos se hallan en el de Bustarviejo. La textura y mineralogía del granito explotado aquí oscila ligeramente de unos sectores a otros dando lugar a variedades industriales que se conocen actualmente como *Blanco Castilla*, *Crema Champagne* y *Crema Valdemanco*. En el paraje de Los Taberneros, a caballo entre los términos de La Cabrera y El Berrueco, se encuentra otra importante concesión en donde se explotan las variedades comercialmente denominadas



**Vistosa panorámica de una cantera en Valdemanco, con un frente amplio en dos niveles de explotación. Foto: Libro de la Piedra de Madrid.**



**Prismas elongados de cuarzo cristal de roca, de 1,5 cm. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.**





Ranura de un corte con hilo diamantado. Véanse los finos ripios de corte. Navazales. Foto: G. García, 1/2008.



Inicios de la cantera de Valdemanco, de Granitos García. Aún no se empleaba apenas el corte con hilo, abriendo los frentes con lanza térmica y perforación con pólvora negra. Foto: F. Piña, 1993.



Superior: Trabajos de sección de bloques primarios con lanza térmica. Valdemanco. Foto: F. Marcos, 1993. Inferior: fraccionamiento de rachones con cordón detonante de 6 g. Foto: G. García, 11/1991.



Superior: Aserrado de un bloque con flejes y granalla de acero. Foto: J. González del Tánago. Inferior: Almohadillas en una superficie cortada. Foto: A. Bueno, 1/2005.

*Crema Cabrera y Blanco Castilla.* Finalmente, en el término de Siete Iglesias se explota otra cantera cuyo granito se denomina *Blanco Aurora* (Sanabria, 2000).

En todas estas canteras se extraen bloques métricos que atienden a una demanda tanto local como foránea. Existen dos plan-

tas de serrado y tratamiento del granito en las propias canteras de la Sierra de La Cabrera, una en el sector del Arroyo de Albalá y otra en Los Taberneros. Además hay otras situadas en Cerceda, Alpedrete y otros lugares de la Comunidad. Sin embargo, muchos de los bloques que se extraen salen

fuera de la provincia e incluso se exportan como tales al extranjero.

Los métodos extractivos actuales pasan por un estudio cuidadoso del afloramiento, la apertura de un primer frente de ataque, con una o varias bancadas, la selección de las zonas mas ventajosas atendiendo al aspecto de

## LA CABRERA



Panorama de la cantera de El Berrueco, en el sector Taberneros. Al fondo, el característico Pico de la Miel. Fecha: 10/1999. Foto: Paisajes Españoles.



Corte con disco en la planta de transformación de Granitos Carralón, en Cereda. Foto: J. González del Tánago.



Pulido del granito de La Cabrera en la misma planta. Foto: J. González del Tánago.



Obras para la instalación de la planta de áridos en la cantera de Navazales. Foto: G. García, 11/1991.





Otra perspectiva de la cantera de DFG en Navazales (sector Albalá). Obsérvese en la parte superior la entrada de trituración primaria, aún en construcción. Foto: G. García, 11/1991.



Detalle de la machacadora giratoria de la cantera de Navazales. Foto: G. García, 1/2008.



Recorte de bloques con barrenos y cuñas. Foto: G. García, 11/1991.



Apiladora de planchas en el taller de Granitos Carralón, en Cerceda. Foto: J. González del Tánago. Inferior derecha: detalle de un bastidor de perforación múltiple adaptado a una pala hidráulica.



Almacenamiento de bloques de granito. Al fondo, el Pico de la Miel. Foto: J. González del Tánago.



*“La Comunidad de Madrid es el tercer productor nacional de granito ornamental, detrás de Galicia y Extremadura”*

la roca, diaclasado, alteraciones, presencia de texturas o de minerales indeseables que al alterarse puedan manchar la roca en el futuro, etc. Se desgajan entonces grandes bloques de la misma altura que la bancada, que luego se trocean en otros más pequeños, aun así de varios metros cúbicos, con un peso que puede sobrepasar las 40 t. En la actualidad, para el corte se utiliza el hilo diamantado, habiéndose utilizado también la lanza térmica, y todo ello de manera complementaria a las voladuras que se emplean preferentemente para abrir los grandes frentes.

El trabajo en estas canteras, con la apertura de extensos frentes de arranque, ha beneficiado y permitido el muestreo y el estudio petrológico del granito y, desde luego, ha favorecido la recuperación de importantes especímenes mineralógicos. Sin embargo, resulta paradójico que precisamente la presencia de heterogeneidades en la roca, sobre todo pegmatitas con cavidades miarolíticas repletas de especímenes minerales, constituye un serio problema económico para la explotación industrial del granito, abandonándose, para disgusto de los interesados en la mineralogía de estos cuerpos, los sectores del frente o incluso la cantera, en donde estas heterogeneidades son más abundantes.

## PEGMATITAS GRANÍTICAS DEL PLUTÓN DE LA CABRERA Y SUS ALTERACIONES HIDROTERMALES

Entre los diferentes tipos de yacimientos minerales, y desde el punto de vista museístico, las pegmatitas graníticas ocupan sin duda alguna un lugar privilegiado. Una



Pilas de tierra para proteger el bloque del vuelco. Foto: J. González del Tánago.



Vena pegmatítica en el frente. Obsérvese que la vena está fracturada y por ella se filtra el agua. Foto: A. Bueno, 1/2005.

buena parte de los ejemplares minerales de mayor belleza y espectacularidad que se conocen proceden de estos yacimientos.

Las pegmatitas graníticas se pueden considerar, de una manera muy simplificada, derivadas de un magma granítico con un alto contenido en volátiles disueltos. Al descender paulatinamente la temperatura y, normalmente, la presión litostática ejercida sobre el magma, llega un momento en el que estos volátiles no pueden continuar disueltos, produciéndose su exsolución dentro de una fase acuosa. Las pegmatitas se forman a partir de esta fase.

Como quiera que la composición química global de las pegmatitas es la misma

que la del granito de donde proceden, en principio su mineralogía fundamental será idéntica: cuarzo, feldespatos y micas. Sin embargo, determinados elementos son poco compatibles con los minerales que forman el granito y pasan a formar parte de la fase acuosa donde se concentran. Por esta razón la mineralogía de las pegmatitas puede verse enriquecida en algunos minerales específicos con elevados contenidos en estos elementos incompatibles. Por otra parte, el medio acuoso facilita el transporte de una manera rápida y eficaz de los elementos químicos necesarios para el crecimiento de los minerales pegmatíticos, y de ahí la facilidad





**Cuarzo ahumado de 3 cm, con una inclusión radiactiva (halo oscuro) y un fantasma de crecimiento. Valdemanco. Colección: Museo Geominero. Foto: J. González del Tánago Chanrai.**



**Alteración hidrotermal en una fractura vertical. El color rojizo es debido al hierro procedente de la alteración de la biotita, que penetra en los feldespatos. Foto: A. Bueno, 1/2005.**



**Calcita de hábito pseudoexagonal sobre cuarzo. Encuadre de 35 mm. Bustarviejo. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.**



**Masa de sulfuros, esencialmente arsenopirita, dentro del granito. Cantera Carralón, Valdemanco. Foto: J. González del Tánago.**

con la que se forman en estos cuerpos cristales de tamaños excepcionales. Gran parte de los cristales de mayor tamaño conocidos, que pasan de cientos de kilogramos de peso, e incluso, en ocasiones, de la tonelada (Rickwood, 1981), se han formado en pegmatitas: feldespatos, berilo, espodumena, cuarzo, turmalinas, etc.

Algunos tipos de pegmatitas constituyen yacimientos de interés económico para el beneficio de minerales ricos en elementos ra-

ros, caso del litio, berilio, cesio o tántalo, por citar algunos de ellos. En otras ocasiones, se benefician los llamados minerales cerámicos, cuarzo y feldespatos, dando lugar a grandes explotaciones mineras a cielo abierto. Finalmente, también se encuentran en estos cuerpos una buena parte de los minerales de interés gemológico, como el berilo (agua-marina), espodumena (kunzita) o las turmalinas de calidad gema, que aparecen casi exclusivamente en pegmatitas graníticas.

Por todo lo anterior, no es de extrañar el gran interés que desde siempre han despertado estos yacimientos, y la cantidad de estudios que se han hecho sobre los mismos que abarcan desde aspectos genéticos hasta texturales o mineralógicos. A título de curiosidad, cabe señalar, por ejemplo, que el buscador de la base de datos *Georef* encuentra 10.810 artículos con la palabra clave “pegmatite” (desde el punto de vista científico), y que el buscador *Goo-*



**Cristales octaédricos de fluorita con una distribución irregular del color. Grupo de 14 mm. Bustarviejo. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.**

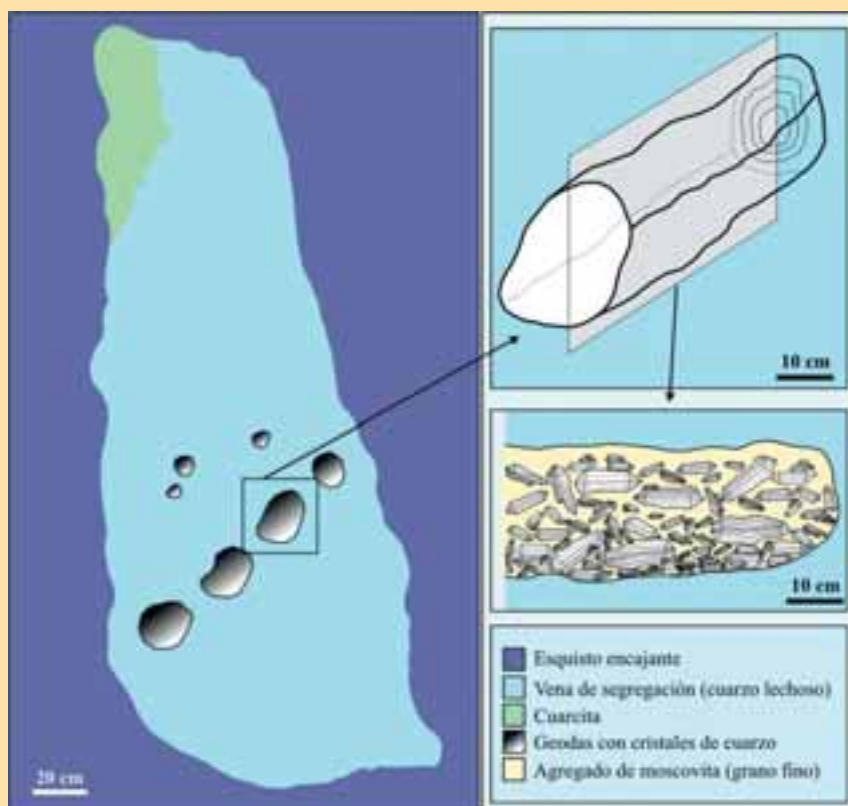


**Cristal de cuarzo ahumado con ortoclasa y prehnita. Ejemplar de 45 mm. Bustarviejo. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.**

gle encuentre 430.000 entradas, desde un punto de vista más general. Una breve síntesis histórica del desarrollo del conocimiento de estos cuerpos, desde la primera mitad del siglo XIX, cuando comenzó a utilizarse el término pegmatita en el sentido actual, hasta nuestros días, se puede encontrar en González del Tánago (1995).

La Península Ibérica, con grandes extensiones ocupadas por afloramientos graníticos y rocas metamórficas de alto grado, especialmente en su mitad occidental, contiene una gran variedad y cantidad de pegmatitas graníticas que han sido objeto, algunas de ellas, de explotaciones mineras. De todos es conocido la explotación de pegmatitas con estaño, tántalo, moscovita, lepidolita, cuarzo, feldespatos, etc. en Galicia, Salamanca y Extremadura. O las de uranio, moscovita y feldespatos en la Sierra Albarrana, en Córdoba (González del Tánago, 1995). Aunque desgraciadamente las pegmatitas ibéricas nunca han alcanzado la importancia económica de otras extranjeras, sí se han encontrado en las mismas ejemplares con espectaculares cristales que ocupan hoy en día lugares destacados en museos y colecciones privadas del país.

En función del origen y profundidad de formación de estos cuerpos, de acuerdo con Ginzburg *et al.* (1979), y Cerny (1982), se pueden distinguir cuatro tipos generales de pegmatitas graníticas: pegmatitas asociadas

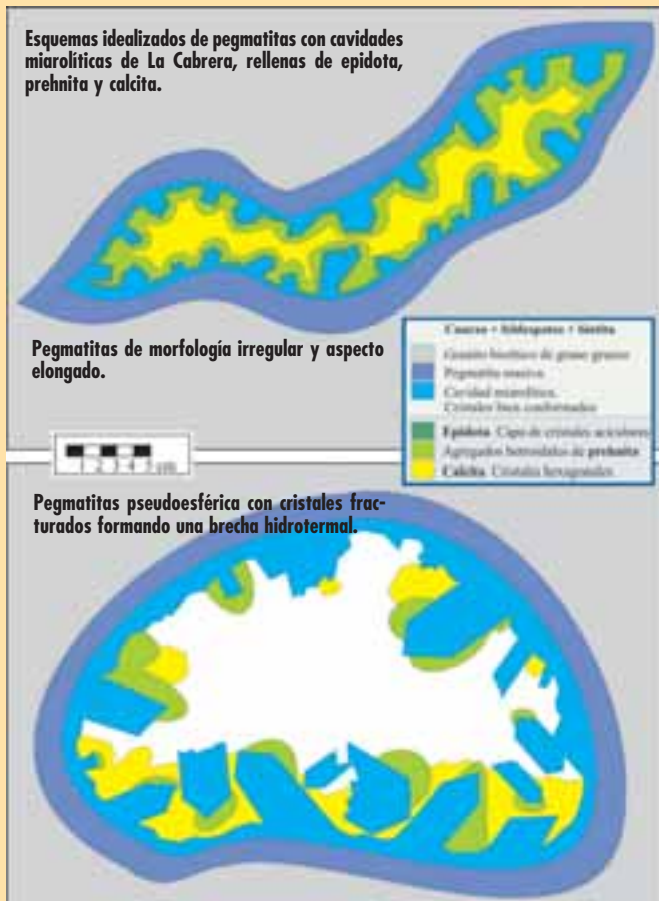


**Dibujo esquemático de una vena de segregación (tipo alpino) de cuarzo lechoso que incluía varias geodas tubulares repletas de cristal de roca de excelente calidad, orientados en la dirección de la propia geoda.**

a granulitas y formadas a gran profundidad, pegmatitas moscovíticas, pegmatitas con elementos raros y pegmatitas con cavidades miarolíticas. A su vez, algunos de estos tipos se pueden subdividir en subgrupos atendiendo a su quimismo (Cerny, 1991).

En el plutón de La Cabrera y en su entorno más cercano aparecen pegmatitas de los tres últimos tipos anteriormente señalados. Pegmatitas del tipo moscovítico o cerámico, ligadas al metamorfismo regional de alto grado y a procesos migmatíticos asociados, afloran





Cavidad miarolítica en un bloque de granito. La presencia de estos diferenciados impide el óptimo aprovechamiento del bloque. Foto: A. Bueno, 1/2005.

en los mismos gneises encajantes del plutón de La Cabrera. Pegmatitas con elementos raros las encontramos algo al sur de este plutón, en el campo pegmatítico situado en el Cerro de San Pedro, entre Colmenar Viejo, Guadalupe de la Sierra y Pedrezuela (Ochoa, 1976; González del Tánago y Bellido, 1981; González del Tánago, 1985). Por último, el tercer tipo de pegmatitas, las miarolíticas, son las que aparecen en el plutón de La Cabrera, y con mayor representación en las facies monzograníticas de grano grueso.

Las pegmatitas de La Cabrera constituyen cuerpos de reducido tamaño que no suelen sobrepasar las dimensiones métricas (González del Tánago *et al.*, 1986). En los mayores cuerpos pegmatíticos que, con un cierto grado de aloctonía, se emplazan en el monzogranito, se alcanza a contemplar una zonalidad textural no siempre bien definida. Siguiendo la terminología, ya clásica en los estudios pegmatíticos (Cameron *et al.*, 1949, y trabajos citados en Cerny, 1982), en algunas pegmatitas de La Cabrera se puede diferenciar una zona de borde de textura aplítica, como corresponde a una consolidación algo más rápida que la

*Las pegmatitas del plutón de La Cabrera no suelen sobrepasar las dimensiones métricas. Los frentes con muchas pegmatitas son abandonados*

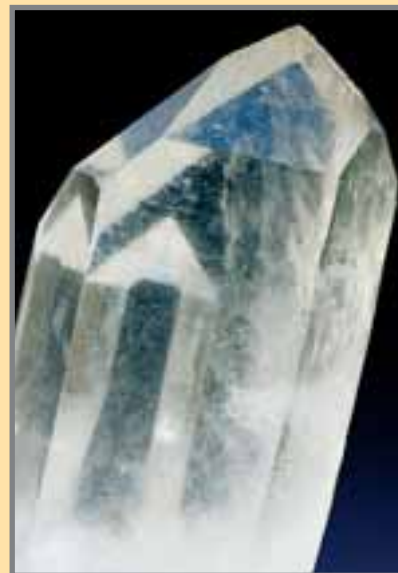
del resto del cuerpo pegmatítico; una zona externa muchas veces sin solución de continuidad con la anterior; de grano más grueso y con la característica presencia de grandes cristales de biotita de sección alistonada (de ahí la denominación ya acuñada en la literatura especializada de *laths* de biotita); una zona más interna ocupada por mayores cristales de feldespato potásico y cuarzo con abundantes intercrecimientos gráficos; y, finalmente, una zona de núcleo que, a diferencia de lo que ocurre en la mayoría de las pegmatitas graníticas ibéricas, en donde suele estar constituida por cuarzo masivo, en La Cabrera está muy poco desarrollada o no existe, apareciendo aquí algunas cavidades miarolíticas. Precisamente, en

estas cavidades es donde los cristales de cuarzo y feldespato, creciendo hacia el centro de la cavidad, pueden desarrollar terminaciones idiomorfas de gran belleza y, sobre todo, perfección (González del Tánago *et al.* 1986; Lozano, 2003).

En La Cabrera se pueden distinguir varios grupos de pegmatitas de acuerdo con González del Tánago *et al.* (1986). Las más representativas, sin duda alguna, son las anteriormente descritas que aparecen con frecuencia asociadas a schlieren. Las que aparecen en el leucogranito, aunque pueden ser muy abundantes, suelen ser muy pequeñas, y en ellas no se pueden distinguir zonaciones texturales pues se trata de cavidades miarolíticas s.s. Por último, cabe señalar la presencia de algunas pegmatitas de morfología tabular que aparecen preferentemente en el exocontacto sur del granito de La Cabrera con el gneis glandular. Se trata de cuerpos de potencias muy variables, hasta métricas, con buzamiento subvertical, ocasionalmente cortados por otros subhorizontales y, por lo tanto, más recientes. Su discordancia con la esquistosidad regional parecen indicar que se formaron en una etapa distensiva posterior a la deformación re-



**Cristal de fluorita octaédrica con estilbita-Ca amarillenta, sobre cuarzo. Ejemplar de 2,5 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.**



**Cristal de roca de 6 cm obtenido en un filón hidrotermal al sur de Valdemanco. Colección: Museo Geominero. Foto: J. González del Tánago Chanrai.**



**Cuarzo cetro de 4 cm obtenido en una geoda métrica cercana a Cervera de Buitrago, que contenía también amatista. Colección: Museo Geominero. Foto: J. González del Tánago Chanrai.**



**Epidota. Vistoso grupo divergente de cristales prismáticos de hasta 1 cm, parcialmente recubiertos por estilbita-Ca. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.**

gional. Por otra parte, su textura y mineralogía sugieren claramente que son anteriores al emplazamiento del plutón de La Cabrera, si bien es verdad que su proximidad al contacto, afecta a veces a su mineralogía y algunos de sus aspectos texturales. En estos cuerpos también se encuentran, aunque muy esporádicamente, pequeñas cavidades de hasta 40 centímetros en su máxima dimensión, cuyas paredes están tapizadas con cristales idiomorfos de cuarzo, ortoclasa, albita, granates, moscovita y chorlo. Como datos de interés petrológico cabe añadir que contienen algo de andalucita, lo que no ocurre nunca

en las pegmatitas graníticas plutónicas. Otra característica diferenciadora es la mayor cantidad de chorlo que contienen.

Desde una perspectiva mineralógica una buena parte de las pegmatitas del plutón de La Cabrera suelen tener una mineralogía sencilla: cuarzo, feldespatos, biotita y, a veces, granates, moscovita y chorlo. En otros cuerpos aparecen otros minerales, no siempre demasiado visibles por su pequeño tamaño, como flúorapatito, circón, gadolinita-(Y), arsenopirita, etc. Estas últimas pegmatitas, siguiendo la terminología clásica

(Cerny, 1982) se denominan “pegmatitas de mineralogía compleja”, en oposición a las anteriores de mineralogía simple.

Entre las principales características químicas de las pegmatitas graníticas intraplutónicas de La Cabrera, que condicionan su mineralogía, cabe destacar su relativa riqueza en flúor e itrio, y que el niobio domine siempre sobre el tántalo en aquellos minerales en que ambos elementos coexisten. Por estas razones, estas pegmatitas se pueden clasificar también como pertenecientes al subtipo pegmatítico NYF (niobio-itrio-flúor) dentro de





Vista parcial de un cantera con dos niveles de extracción. La utilización del hilo de diamante ha permitido reducir el polvo y el ruido en los trabajos, aumentando además el porcentaje de material aprovechado merced a la perfección de los planos de corte. Foto: J. González del Tánago.



El "flameado" permite obtener acabados rugosos en las planchas. Taller de Granitos Carralón. Foto: J. González del Tánago.



Mada de calcita recubierta parcialmente de fluorapofilita. Cristal de 2 cm. Bustarviejo. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.

las pegmatitas con elementos raros (Cerny, 1991). Llama también la atención su relativa escasez en boro y fósforo, así como en elementos ferromagnesianos. Como es obvio, todo ello no son más que consecuencias lógicas derivadas del quimismo que caracteriza a los granitos de La Cabrera.

Uno de los aspectos mas relevantes de la mayoría de las pegmatitas del plutón de La Cabrera es su amplia historia hidrotermal post-pegmatítica. Este hecho va a afectar profunda-

mente a muchos de los aspectos texturales y, sobre todo, mineralógicos de estos cuerpos, al constituirse sobre los minerales preexistentes una serie de paragénesis cálcicas de temperaturas descendentes que, precisamente, tienen su mayor desarrollo en los rellenos de las cavidades miarolíticas, fenómeno bien estudiado recientemente por Lozano (2003). El proceso de brechificación que se produce en algunas de estas cavidades, y que suele evidenciarse sobre todo en las de mayor tamaño, se relaciona, se-

gún Lozano *et al.* (1999) y Lozano (2003), con cambios bruscos en la presión del fluido que las rellenaba, al ponerse en contacto con el fluido de las fracturas, que se abren durante la fracturación general del plutón. Todo ello da como resultado que se rompan los cristales que caen por gravedad al fondo, en donde pueden recrecer y ser cubiertos por minerales cálcicos de menor temperatura.

Todo este conjunto de minerales, muchos de ellos formados a expensas de otros

*“Son ya más de 80  
las especies minerales  
identificadas en el plutón  
de La Cabrera”*

anteriores, ahora en desequilibrio con las nuevas condiciones fisicoquímicas que impone el hidrotermalismo (que aporta y distribuye algunos elementos nuevos en el sistema como el carbono) da por resultado una espectacular variedad mineralógica. Pasan de 80 las especies minerales bien identificadas actualmente en el plutón de La Cabrera, algunas de ellas de extrema rareza a nivel mundial y otras por primera vez descritas en el territorio español.

Los minerales hidrotermales producidos en estos episodios, que se han prolongado en el tiempo por millones de años (Lozano, 2003), cabe enmarcarlos, al menos, en dos estadios principales (González del Tánago *et al.*, 1986; González del Tánago y La Iglesia, 1998). El primero de ellos de temperatura media, esta caracterizado por la formación de epidota-axinita y prehnita como minerales más representativos, mientras que el segundo, de baja temperatura, vendría a serlo por la formación de zeolitas, esencialmente laumontita y en menor grado estilbita-Ca. Este último episodio se prolongaría hasta casi condiciones ambientales con la formación de minerales prácticamente supergénicos. De todas formas, la realidad es mucho más compleja, con importantes particularidades que se van conociendo poco a poco, si bien es verdad que todavía existen lagunas de conocimiento que, sólo con mucha dedicación y medios de investigación adecuados, se irán desvelando.

## MINERALOGÍA

### INTRODUCCIÓN

La mineralogía del plutón de La Cabrera es extremadamente rica y variada, hasta el punto de que puede considerarse uno de los yacimientos españoles en



Perfecto cristal de granate compuesto por trapezoedro dominante y dodecaedro incipiente. Cristal de 4 mm. Navazales. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Grupos incoloros de estilbita-Ca sobre un cristal de cuarzo. A mayor desarrollo del grupo mejor se aprecia la tendencia divergente o "gavilla" característica de este mineral. Colección: G. García. Foto: F. Piña.