

Cadalso de los Vidrios (Madrid)

*En los años 80 comenzó el fuerte **desarrollo** de la industria del **granito** en la Comunidad de Madrid. El yacimiento de Cadalso de los Vidrios, **poco frecuentado** por los amantes de la Mineralogía, depara sin embargo una amplia variedad de especies **crystalizadas**, algunas de alto interés a nivel español y otras destacables incluso en un contexto mundial, como es el caso de la **bavenita**.*

Texto: Gonzalo GARCÍA, Carlos GONZÁLEZ, Antonino BUENO
Fotos de minerales: Francisco PIÑA

INTRODUCCIÓN

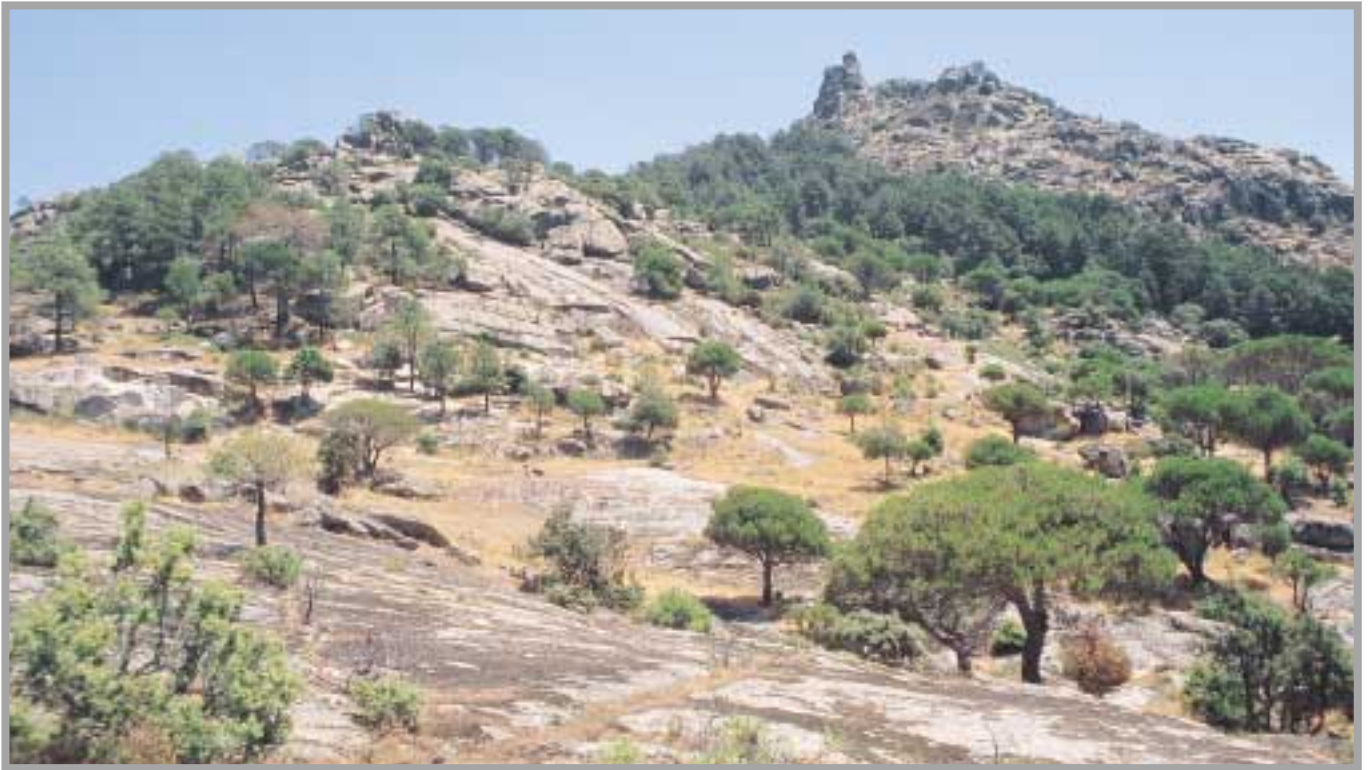
Cadalso de los Vidrios es una localidad de la Sierra Oeste madrileña, ubicada a escasos kilómetros de los límites de provincia con Toledo y Ávila. Se encuentra en un entorno de gran belleza natural, los encinares del río Alberche, y las explotaciones principales de granito ornamental (en su variedad comercial “Blanco Cristal”) se localizan a 3 kilómetros al este del centro urbano de Cadalso. Aunque tradicionalmente se ha venido trabajando el granito en los afloramientos de la zona, es a finales de los 80 cuando la producción experimenta un espectacular desarrollo. En la actualidad, dos empresas trabajan en sus concesiones respectivas, denominadas “El Venero” (78 Ha) y “Tórtolas” (44,7 Ha), números 3.045 y 3.064, respectivamente, que ocupan los parajes de El Venero y el Reguero de Meazorras. Desde hace casi dos años, las canteras de la localidad vienen siendo objeto de un seguimiento por parte de un equipo de esta revista. Curiosamente, a pesar de la pro-

ximidad del yacimiento a la ciudad de Madrid, y de no haberse guardado discreción alguna respecto a los hallazgos, no parecen haber sido un destino de interés para los coleccionistas de la capital. Tampoco se registran citas en la bibliografía mineralógica de la Comunidad. Sin embargo, el muestreo que hemos desarrollado en estos meses, ha revelado un yacimiento de buenas posibilidades mineralógicas, a juzgar por el número de especies identificadas y la más que aceptable calidad con que se presentan cristalizadas buena parte de ellas. Parece obligada la comparación de estas canteras con sus homólogas de la Sierra Norte de Madrid, sin duda mucho más populares y frecuentadas desde hace más de veinte años. La relación de especies identificadas en uno y otro sitio es muy similar, aunque la superior dimensión de los trabajos de la zona de Bustarviejo – La Cabrera – Valdemanco – El Berrueco, condiciona unos hallazgos en la Sierra Norte más frecuentes y con mayor número de ejemplares. Como se ha indicado, las canteras de Cadalso se encuentran en un paisaje sen-

sible, por lo que las empresas productoras vienen desarrollando un programa de restauración que incluye un remodelado de escombreras y su cubrición con tierra para una mejor integración en el paisaje. Teniendo en cuenta que es precisamente en las escombreras donde se abandonan los recortes y bloques inservibles, que justamente lo son por contener diferenciados y geodas de gran interés mineralógico pero que lo invalidan como bloque comercial, es fácil deducir que con las restauraciones ya efectuadas se han enterrado muchas expectativas de búsqueda de ejemplares para el coleccionismo y sobre todo para la ciencia, circunstancia que es muy de lamentar si se tiene en cuenta que aquí se han encontrado los que probablemente constituyen unos de los mejores ejemplares del mundo para una especie concreta: la bavenita.

LOCALIZACIÓN

Cadalso de los Vidrios dista 75 km del centro de la capital y es accesible por la



Una vista de la Peña de Cadalso desde el oeste, con amplios lanchares de roca granítica. Foto: G. García, 2004.

autovía de Extremadura (N-V), y por la carretera M-507 desde Navalcarnero. Desde Madrid la ruta más aconsejable es Alcorcón, Brunete, Chapinería, Pelayos de la Presa y Cadalso, sin necesidad de llegar a San Martín de Valdeiglesias. Cadalso de los Vidrios tiene unos 2.220 habitantes y su actividad económica está muy vinculada a la industria local del granito ornamental.

GEOLOGÍA

El yacimiento de granitos con pegmatitas de Cadalso de los Vidrios se enmarca en el extremo suroccidental del dominio hercínico de la Comunidad de Madrid. En esta región dicho dominio es aflorante en un sector limitado por una línea NE-SO, que perfila el bloque hundido en el cual se desarrolla la extensa cuenca sedimentaria del Tajo. Las rocas que constituyen este dominio son granitoides y rocas metamórficas de alto grado (migmatitas, gneises y micaequisitos) y constituyen parte del núcleo interno del orógeno hercínico, evento



Perforación en la Cantera del Lanchar de La Osa ("Gris Cadalso"), donde aparecen algunas ceolitas. Al fondo, la Peña de Cadalso. Foto: G. García, 2004.

orogénico ocurrido entre los 380 y 320 millones de años y que dio lugar a las rocas metamórficas y plutónicas que hoy se encuentran en la zona. Después de un largo periodo de emersión y consecuente erosión, la zona fue invadida por el mar durante el Cretácico, 120 a 70 millones de años. Por último, hace unos 25 millones de años, los movimientos alpinos

produjeron la elevación del Sistema Central y la configuración actual del relieve que encontramos, poniendo de nuevo la erosión los materiales antiguos a la vista. De hecho, a escasos kilómetros al este de Cadalso, se inicia una banda de gneises de dirección norte-sur que se prolonga hasta El Escorial, en lo que es el ámbito de Madrid. Estos materiales pueden reconocerse por ejemplo en los taludes de la carretera N-507 a la altura de Pelayos de la Presa, y en la N-403, en la Loma de Andrinoso, precisamente en el entorno de una de las canteras que se describirán en este trabajo. Los granitoides de la zona se emplazaron al final de la orogenia hercínica, abriéndose paso entre las rocas metamórficas. Intruyeron lentamente, con la característica de no quedar afectados por los esfuerzos de un ciclo orogénico hercínico que estaba prácticamente concluido. Los granitos de Cadalso se definen como leucogranitos de grano fino-medio, fractura subplana y astillosa, áspera al tacto. Presenta una textura aplítica, combinada con la micropegmatita, sin fenocristales (Pérez-Regodón, 1970). Por orden de abundancia, se componen



Foto superior: Bloque deshechado, con una profunda vena pegmatítica. Foto: G. García, 2004.

Foto inferior: Grupo de bavenita de 1,2 cm, grupo aislado sobre albita. Colección: M. de Torres. Foto: F. Piña.



Acumulado pegmatítico en el que la laumontita ha rellenado todos los espacios disponibles. Foto: C. González, 2003.



de ortosa, cuarzo, biotita y plagioclasa, y ese autor lo clasifica como aplita granítica. En efecto, se trata de rocas graníticas de color claro con pequeña proporción de ferromagnesianos, aunque por zonas se observan variaciones en cuanto a la textura, el tamaño de grano, la coloración del feldespato y la homogeneidad espacial de la roca.

ACTIVIDAD INDUSTRIAL

La provincia de Madrid es el segundo productor español de granito, y España es el primer productor mundial de esta

De la producción total, sólo un 20% llega a transformarse en bloque comercial como granito ornamental de edificación. El resto, se tritura como árido para las diversas actividades de construcción.

roca. El 25 % del suelo español es granito y en la comunidad de Madrid se proyecta un reparto similar. Madrid tiene dos centros productores de gran importancia, que son Bustarviejo-El

Escorial y Cadalso de los Vidrios, al norte y al oeste respectivamente de la Comunidad.

La cantería en Madrid es un oficio ancestral. Edificios y construcciones emblemáticas como la Plaza Mayor, la Plaza de la Villa, la Catedral de la Almudena, el Monasterio de El Escorial, la Cibeles, la Puerta de Alcalá, el Museo del Prado, y un sinnúmero de obras, han sido realizadas con la piedra de Madrid, principalmente el granito de Guadarrama y la caliza de Colmenar. Es frecuente la combinación de ambos materiales en una misma obra, aunque el granito predomina como material de basamentos, zócalos, pilares y partes bajas de edificios. La caliza, más dócil a la talla, ha sido preferida para los ambientes intermedios y partes con un acabado más complejo.

En la zona de Cadalso, todavía pueden reconocerse sin dificultad los antiguos lanchares donde los artesanos se suministraban de granito. En las laderas de la misma Peña de Cadalso, en el Cerro del Halcón, etc, permanece la huella de las numerosas extracciones superficiales, ya en parte cubiertas de nuevo por líquenes y vegetación rala.

A finales del siglo XX, la industria del granito ornamental ha vivido en Madrid una fase de desarrollo sin precedentes. El avance de la investigación geológica, asegurando importantes reservas de materia prima, y sobre todo, de los medios técnicos de producción, con el



Vista general de la Cantera del Charco del Hombre Muerto, en el sector central de la Concesión "El Venero", donde se explotan las variedades comerciales "Blanco Cristal" y "Blanco Aurora". Foto: G. García, 2003.

desarrollo de tecnologías que han facilitado el trabajo de extracción, han dado un vuelco espectacular a esta industria. Una actividad que tradicionalmente fue conservada por tradición, con técnicas artesanales y canteras a pequeña escala, ha dado paso a una minería moderna, eficiente y mecanizada, con 15 canteras actualmente en producción en el suelo madrileño, que proveen de 9 variedades comerciales de granito, 4 de ellas en Cadalso de los Vidrios: Blanco Cristal, Blanco Cadalso, Fino Cristal y Gris Cadalso.

Madrid produce en torno a 1.200.000 toneladas anuales de granito, de las que hasta un 20 % es bloque ornamental, y el resto se tritura como árido para la construcción en plantas instaladas a este fin, en los mismos centros o canteras donde se extrae el bloque ornamental. De esta manera se minimizan los volúmenes de estéril y se da además un aprovechamiento mercantil a las rocas que, por algún motivo, no son aptas para su uso en edificación. De los bloques producidos, un 75% se destinan a la exportación. Se estima que de cada metro cúbico de granito se obtienen unos 36 metros cuadrados de tablero de 2 cm



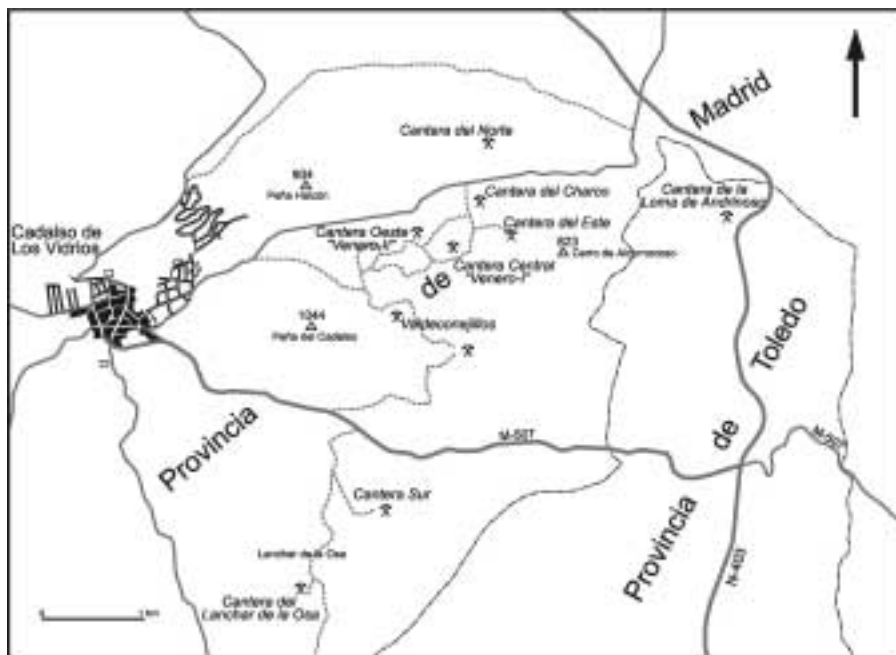
Granate espesartina de dominancia rombododecaédrica, de 2 cm de tamaño. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

de espesor, con un precio medio de 42 euros por metro cuadrado, de lo que se desprende la conveniencia de comercializar tableros en vez de bloques y retener en la Comunidad el margen de valor añadido al producto. Secularmente, la falta de tecnología específica favoreció la exportación de enormes volúmenes de piedra sin elaborar, que luego volvían en parte a España con un precio de mercado incomparablemente superior, dejando a terceros los márgenes de beneficio más ventajosos. Hubo que hacer un esfuerzo por introducir téc-

nicos titulados en las explotaciones para racionalizarlas y abrirse a un mercado en buenas condiciones competitivas, proceso que no estuvo exento de dificultades en un sector rígido que ha tenido que realizar un meritorio esfuerzo de adaptación. Aunque la minería solamente supone un 0,3 % en el PIB de la Comunidad de Madrid, es sin embargo un sector absolutamente fundamental para el abastecimiento de la construcción y edificación, por lo que no cabe cuestionar su conservación incluso el fomento de la actividad. La ordenación del territorio debe hacerse con criterios multidisciplinarios, entre los que deben considerarse los geológicos, con el fin de no anular recursos potencialmente explotables y necesarios para nuestra sociedad (López Jimeno, 2001).

UNA INDUSTRIA GALLEGA

La producción madrileña de granito está controlada principalmente por empresas de origen gallego, circunstancia normal considerando Galicia como cuna de maestros graniteros. Su establecimiento en los años 80, tímido al principio pero que ha ido progresando a pasos de gigante, ha modificado sustancialmen-



Agradable vereda que discurre de oeste a este, entre el Pinar del Concejo y el Cerro de Alcornocoso, vaguada que alimenta al Arroyo de la Moraleja. Foto: G. García, 2004.

*“ Los recursos mine-
ros NO son trasladables,
circunstancia de debería
contemplar cualquier plan
de urbanismo riguroso ”*

te el sector de la piedra natural en la Comunidad de Madrid. El crecimiento de la demanda, acompañado por una racionalización de las canteras y la mejora de los medios de producción, ha fomentado un desarrollo espectacular de la producción de granito en Madrid, sólo limitado por circunstancias del mercado pero, sobre todo, circunstancias que afectan de manera general a la minería, como son las limitaciones urbanísticas y ambientales.

La escasa sensibilidad y entendimiento de los políticos ante el carácter “no trasladable” de los recursos mineros, ha generado no pocas dificultades a los promotores con canteras en marcha o aquellos que pretendían iniciar nuevos expedientes. Es obvio que la minería del granito supone una afección transitoria del espacio ocupado por las canteras, y que esto sucede en entornos ambientalmente sensibles, como la Sierra de Guadarrama o los encinares del río Alberche en el caso de las explotaciones de Cadalso, con declara-



Pequeños trabajos de extracción en la ladera norte de la Peña de Cadalso. Foto: G. García, 2004.



Granate espesartina de magnifico color sanguíneo, sobre clorita. Tamaño: 7 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de 1 cm de turmalina parda. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de 1,5 cm de fluorita verdosa, obtenida en "El Venero". Colección: Juan de Dios Martínez. Foto: F. Piña.



Cavidad pegmatítica en la escombrera de bloques. Se requiere paciencia para extraer los posibles ejemplares cristalizados. Foto: G. García, 2003.

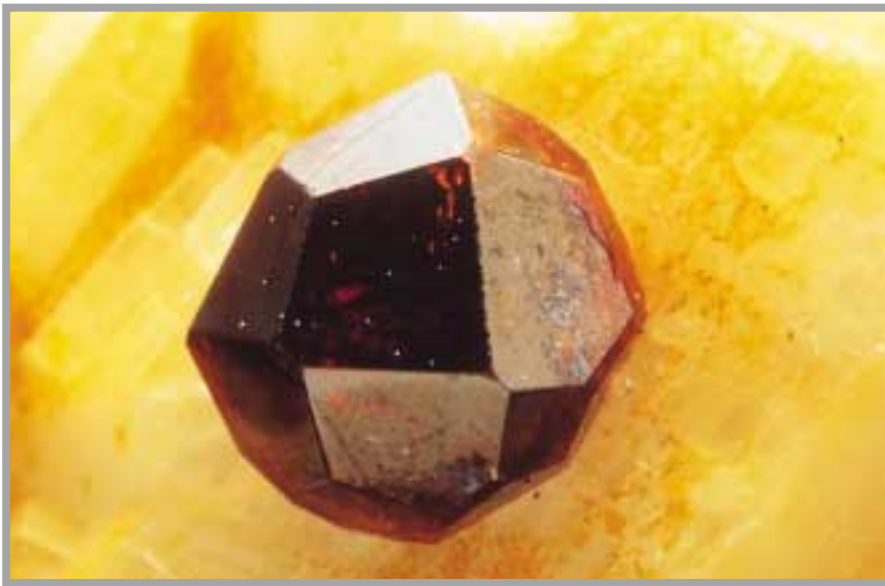
ciones de impacto que fueron negativas en su momento (años 1996 y 1999). Sin embargo, constituídas las garantías de restauración, con la adquisición de terrenos que luego serán cedidos sin coste a la Comunidad de Madrid, se solicitó la Declaración de Prevalencia del Interés General de la actividad minera sobre la utilidad pública de la superficie afectada del monte, para que se produjese la descatalogación de la parte ocupada por las canteras. No puede olvidarse que en estas

zonas la industria del granito genera cientos de puestos de trabajo directo y son, en buena medida, la base de la economía local. Actualmente, los costes de restauración están internalizados en los costes del proyecto, por lo que no cabe temer el abandono de labores agotadas en condiciones inaceptables de respeto a la naturaleza. La buena imagen social de esta industria está mediatizada también por una razonable devolución gradual de terrenos afectados y luego restaurados. Aho-

ra bien, esta labor, que sin duda incrementa de forma sensible los costes del promotor, debería venir apoyada desde la Administración con alguna suerte de ventaja fiscal que compensase al promotor por la pérdida de rentabilidad relativa en un mercado donde existen competidores que no destinan un solo euro a restaurar sus canteras. El medio ambiente es algo que tenemos que no solamente cuidar, sino pagar entre todos.

MINERALES DE CADALSO DE LOS VIDRIOS (MADRID)

En Cadalso de los Vidrios, las geodas son escasas, por fortuna para la industria y por desgracia para los amantes de la mineralogía. Sin embargo, un granito casi siempre presenta anomalías y estructuras que alteran su homogeneidad. En Cadalso se han registrado geodas ("cánceres" en el argot local) de más de 1 metro de dimensión máxima, y otras insignificantes, limitadas casi a un engrosamiento local de alguna vena cruzante de pegmatita, con escaso hueco. De forma general, puede afirmarse que las geodas son más abundantes en la



Cristal trapezoédrico de granate espesartina de 5 mm. Col.: C. González. Foto: F. Piña.



Refugio para las voladuras que periódicamente se realizan. Foto: G. García, 2003.



Cristal octaédrico de fluorita, de 3 cm. Procede de la cavidad de la página 45. Obsérvese la pequeñez de la misma en relación al tamaño del cristal. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales pseudocúbicos de chabasita de 0,5 cm con pirita, sobre ortosa. El color amarillo es el más frecuente para este mineral en el yacimiento. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.

zona sur y zona central del área de trabajos que en la zona norte, donde la aparición de diferenciados graníticos es francamente rara. Son frecuentes las geodas tubulares, con una abertura al exterior por la que escasamente cabe una mano pero con una gran continuidad longitudinal, incluso comunicando diferentes caras de un mismo bloque. Resulta curioso el reparto de especies en geodas que, encontrándose espacialmente muy próximas, separadas tan sólo unas decenas de centímetros, presentan especies minerales completamente diferentes, de forma que en la geoda vecina a veces no sale ni un solo ejemplar de lo que en la geoda en cuestión ha sido

mineral principal. La geoda más grande de la que tenemos constancia, y que recibió el apelativo coloquial de “Panza de Burra”, se encontró en el acopio de bloques al Este de la cantera Cadalso I, y fue posteriormente trasladada con su bloque a otro lugar. Se trata de una faja de pegmatita que atravesaba el bloque completo, con luz de geoda, inicialmente cerrada, desde uno de sus extremos, y una gran aureola de óxidos de hierro a su alrededor (ver fotografía). Actualmente se encuentra parcialmente abierta, pero la vena continúa hasta asomar por la cara de enfrente del bloque. Esta magnífica geoda rindió muchos ejemplares de bavenita, junto

con cuarzo, calcita, granate, albita, ortosa, pirita, esfalerita, etc. Por fortuna, personal de las propias empresas explotadoras recupera eventualmente ejemplares que aparecen en geodas llamativas, aunque es probable que esta búsqueda se centre más en grupos vistosos de cuarzo y feldespato que en otras especies menos espectaculares. Al cabo de algunas visitas, puede decirse que la totalidad de los bloques acopiados han sido revisados en toda su superficie expuesta, por lo que el objeto de las nuevas visitas queda limitado a un pequeño pero aconsejable seguimiento de las nuevas aportaciones de recortes procedentes de la explotación,

así como posibles remociones o traslados de bloques que pueden ocultar geodas en la base sobre la que se apoyan. Un mayoría de especies han sido identificadas simplemente de visu. Para otras, hemos realizado DRX o SEM-EDS, según la cantidad de muestra disponible. Nos hemos centrado en los minerales cristalizados porque a ellos se limita el alcance que este trabajo pretende. En algún caso hemos ido más allá en la determinación de especies que sólo se han observado masivas, pero hemos renunciado a ser exhaustivos en ese aspecto.

ÁMBITO DEL MUESTREO

Como advertencia previa a la descripción que sigue, es preciso señalar que el acceso de personas ajenas a la explotación está terminantemente prohibido. Las canteras son zonas peligrosas de trabajo con máquinas y materiales poten-

ciamente peligrosos, por lo que la visita a las mismas debe ser previamente gestionada con las empresas titulares.

La zona de búsqueda ha comprendido buena parte de las explotaciones, activas o abandonadas, que se encuentran en el trapecio que definen la Peña de Cadalso (1.044 m), la Loma de Andrinoso, el arroyo del Boquerón (El Cigarral) y el Lanchar de La Osa. Unos 7 km² de superficie en los que se reconocen unas 14 canteras de diferente envergadura. La misma pista -carretera (en no muy buen estado), que lleva de Cadalso a la confluencia con la N-403 a la altura del km 72,5 establece una separación entre los trabajos de la concesión “El Venero”, que explota “Marcelino Martínez Madrid, S.L.” y la concesión “Tórtolas”, propiedad de “Canteras Levantinas, S.L.”. Los trabajos de “El Venero” se centran en las que denominamos Cantera Oeste (Blanco Cadalso II o Venero II),

Es aconsejable un seguimiento periódico de las nuevas aportaciones que se hacen al acopio, para detectar las posibles pegmatitas

Cantera Central (Blanco Cadalso I o Venero I), Cantera Este, Cantera Suroeste (Valdeconejillos) y Cantera del Charco del Hombre Muerto, que define la zona de extracción de la variedad principal: el Blanco Cristal. Por otra parte, la Cantera del Lanchar de La Osa (donde se explota la variedad Gris Cadalso, en franca expansión comercial en este momento) y la Cantera Sur (también llamada de las Tejoneras), donde se explota, a bajo ritmo por el momento, la variedad Rosa Cadalso. En la descripción mineralógica se hará referencia a las



Grupo de bavenita. Tamaño: 1,3 cm. Estos ejemplares podrían encontrarse entre los mejores del mundo para la especie. Colección: M. de Torres. Foto: F. Piña.



Cristal de microclina de 7 cm, con pirita, albita y cuarzo. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Cristal de cuarzo ahumado, de 3 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de granate sobre albita variedad clevelandita. Encuadre de 3 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

A lo largo de los años, se han investigado unas 14 canteras activas y abandonadas, en una superficie de muestreo de unos 7 km².

especies que pueden atribuirse a cada sitio, por haber sido observadas en el frente de cantera, en bloques apilados en la plaza de cantera (y por tanto con presumible origen en ellas) y especies observadas en bloques de stock fuera de cantera, en los que no es posible tener seguridad sobre su procedencia.

En el sector de canteras del norte, existen cuatro o cinco canteras abandonadas (concesión “Tórtolas”) y una cuarta en franca producción, que explota “Canteras Levantinas, S.L.”.

Se ha muestreado también una cantera Blanco Cristal abandonada de “Marcelino Martínez, S.L.” que se encuentra junto a la carretera N-403, en la Loma de Andrinoso, donde se han identificado algunos minerales peculiares como el uranotilo. Esta cantera llega a introducirse en la esquina noroccidental de la provincia de Toledo (término de Almorox), pero se ha incorporado a este trabajo por formar parte del conjunto geológico de Cadalso y de su unidad de explotación.

Microclina

El feldespato potásico es uno de los minerales más habituales de las geodas, como es normal. Lo que no es tan normal es que presente cristales limpios, sin recubrimientos de otras especies, entre las que destacan las micas. Se observan tamaños centimétricos de cristales y la figuras típicas de esta clase de minerales, como las texturas gráficas y las epitaxias con albita. El color es variable, beige, blanquecino, verdoso, rosado, según el contenido de hierro. Se han identificado las maclas de Baveno y Manebach, a veces evidentes por la



Una vista del sector de artesanos y acopio de recortes sobre unas escombreras restauradas. Al fondo, instalaciones de "Canteras Levantinas, S.L.". Foto: G. García, 2004.

simetría y a veces por las líneas de sutura del plano de contacto, incluso con brillos y coloraciones diferentes en cada individuo. La superficie de las caras suele tener recrecimientos de albita epitáctica o/y pirita, las aristas están bien perfiladas y el brillo moderado, salvo cuando se trata de albita, en cuyo caso es siempre vítreo. A veces se observa feldespatos brechoide y cristales exfoliados y nuevamente cementados, y crecimientos de otros minerales sobre superficies de fractura, no siempre planas. Las geodas pueden estar parcialmente rellenas de fragmentos de un feldespato de aspecto sacaroide que sirve de matriz a los cristales de especies tardías. Se han analizado por DRX 4 muestras procedentes de varios puntos del yacimiento, de diferentes coloraciones, resultando en todo los casos microclina.

Albita

El feldespato sódico es minoritario frente a la microclina, aunque aparece cristalizado con profusión. Una mayoría de veces se trata de maclas polisintéticas de gran desarrollo curviforme, brillantes, perfectamente diferenciadas de la microclina, siendo frecuente la variedad reticulada lamelar clevelandita. Otras veces la albita se identifica como una cápsula brillante y estriada que envuel-



Son frecuentes las cavidades en forma de tubo, en las que resulta complicada la recuperación de cristales. Foto: G. García, 2003.

ve a un cristal anterior de microclina, con un espesor de uno o dos milímetros, aparentando en este caso componer un cristal de cierta dimensión, aunque el germen es siempre microclina. La albita compone también pequeños cristales de hasta 5 mm perfectamente desarrollados, incoloros y brillantes. Unos cristales poco frecuentes de albita y que además no se caracterizaron como tales hasta que se realizó un análisis SEM-EDS, son muy diferentes a los ya descritos. Se trata de unos grupos de 2-3 mm de color beige, con forma de pincel plano, esto es, en haces ligeramen-

te divergentes hacia el extremo, que se implantan en crecimiento paralelo sobre otros fragmentos de feldespato, principalmente microclina. Aunque son traslúcidos y brillantes, la superficie poco satinada no permite reflexiones, ofreciendo un aspecto de brillo sedoso.

Auricalcita

Se han identificado diminutos grupos (máximo 1 mm) de cristales aciculares de color azul verdoso, sobre feldespato o cuarzo. Dada la presencia de alguna cantidad de esfalerita en el yacimiento, parece muy probable que se trate de auricalcita. En todo caso, es francamente rara y por su reducidísimo tamaño no compone ejemplares destacables.

Ópalo

El ópalo se presenta en su variedad hialita, recubriendo otras especies a modo de un gel incoloro que, bajo luz ultravioleta, suele adquirir una intensa fluorescencia producida por un pequeño contenido en sales de uranio. En las ilustraciones queda recogido este fenómeno.

Aragonito

El aragonito se ha identificado rellorando espacios huecos de ciertas geodas, a



Vista general del frente de la Cantera del Lanchar de La Osa, donde se extrae la variedad "Gris Cadalso". La gran homogeneidad del material define la regularidad y continuidad del afloramiento. Estas formas son propias de las zonas internas del plutón. Foto: G. García, 2004.



Cristales incoloros de albita. Encuadre de 14 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

modo de haces fibrosos incoloros, amarillentos o verdosos que han sido analizados por DRX. También es perceptible conformando pequeños grupos puntia- gudos de cristales neoformados sobre caras libres del granito. También pueden presentar, pero no necesariamente, una intensa fluorescencia en verde cuando se exponen a la luz ultravioleta, como el ópalo, al que a veces acompaña. Normalmente, en cantera, se aprecian a distancia, ya que basta la excitación de la luz solar para provocar un tono verdoso de

carácter transitorio, que desaparece al guardarlo fuera de la acción de la luz solar.

Calcita

La calcita es un mineral bastante frecuente en las geodas de Cadalso, al punto que en numerosas ocasiones se hace necesario un tratamiento con ácido de las muestras para exponer otras especies a las que envuelve. Esta calcita masiva tiende a presentar cambios de coloración entre el blanco, incoloro y

En el curso de este trabajo se han identificado 42 especies minerales, relación que tampoco puede darse por concluida

beige llegando a asalmonado, con texturas de exfoliación hojosa y fácil fractura astillosa. Los rellenos suelen ajustarse a los huecos disponibles, aunque a veces llegan a desarrollarse algunas facetas generalmente bastas e imperfectas. Describiremos someramente los tipos de cristales de calcita que hemos observado en el yacimiento. El primer tipo de cristales son prismas hexagonales con cierre pinacoidal, con tamaños entre 2 y 3 cm. Son muy similares a sus homólogos de las canteras de la Sierra Norte, salvo que en Cadalso aparecen lechosos y sin brillo, no con el llamativo tono amarillento de aquellos. También se identifican cristales lenticulares de contorno hexagonal dispuestos sobre clorita. A pesar de su reducido tamaño, ofrecen un vistoso zonado de color, con un germen interno de color blanco que pasa a incoloro. Se trata en realidad de pequeños cristales en "cabeza de clavo"



Ópalo fluorescente sobre cuarzo ahumado, iluminado con luz incandescente (izquierda) y con luz ultravioleta larga (derecha). Cristal de 3 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Cristales de molibdenita con una alteración amarilla microcristalina que contiene molibdeno y uranio. La especie no se ha podido identificar. Encuadre de 2 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

Cristal de 1,5 cm de scheelita sobre clorita. Otros cristales presentan un color más suave y grisáceo. Colección: C. González Foto: F. Piña.

sin apenas desarrollo del prisma. Por último, sobre la superficie de cristales de feldespatos, se han observado pequeños (2 o 3 mm) cristales incoloros de forma compleja, compuestos por escaenoedros y romboedros, unas veces más elongados y otras veces con forma de botón facetado. Son muy vistosos porque existe una simetría en el brillo de sus caras, de forma que observados desde un determinado ángulo, facetas alternas son vítreas y las otras son mates y ligeramente estriadas. Además, presentan piritas submilimétrica como recubrimiento y como inclusión. Una inclusión más rara e interesante son los cristales aciculares de bismutinita.

Cuarzo (ahumado, cristal de roca, amatista)

Los cristales de cuarzo son muy frecuentes en las geodas de Cadalso. Gene-

ralmente carecen de calidad, por su imperfección, fracturación, etc. Son muy abundantes los cristales de dimensiones centimétricas pero que no llegan a adquirir los requisitos para ser bellos. Se observan caprichosos historiales de fracturación, turbideces y corrosiones que, a solas o combinadas, convierten al cristal de cuarzo en simple matriz para otras especies, aunque hay excepciones. Lo más común es el cuarzo ahumado, con una intensidad muy variable de color. Se observan todas las gradaciones, algunas muy oscuras, sin translucidez alguna. A veces el brillo es vítreo y las caras son muy perfectas, con estrías en el prisma o no, otras veces más apagados pero bien perfilados. En fin, que aunque no sin dificultad, puede observarse algún ejemplar notable. Como inclusiones se han observado cloritas (principalmente), granate, helvita, clinzoisita (?), moscovita, laumontita y

en algún caso, berilo. Hay que destacar la aparición de unos curiosos cristales ligeramente ahumados tipo cetro, de unos 2 cm, bien formados, brillantes, con la particularidad de presentar un pequeño núcleo amatista, que se identificaron en unos afloramientos cerca del Cerro de Alcornocoso, donde no hay trabajos mineros. En el sur del sector de "Tórtolas" se han recogido ejemplares de hasta 20 cm de longitud, pero con una gran turbidez.

Molibdenita

Es una especie poco frecuente. Se ha observado en el acopio de bloques al Sur de la Cantera Central (Cadalso I), formando cristales de contorno hexagonal de hasta 1 cm cuando disponen de espacio para su desarrollo. Se implantan directamente sobre el granito con granate como acompañante, y en



Zona de acceso a la planta de áridos del sector "El Venero", que explota la empresa "Marcelino Martínez, S.L". Esta empresa tiene diverso dominio minero en España y en Sudamérica. Foto: G. García, 2004.



De esta cavidad, apodada la "Panza de la Burra" por su considerable desarrollo y productividad, proceden muchos de los ejemplares que ilustran este trabajo. Posteriormente fue abierta con la ayuda de un cantero profesional. Foto: C. González, 2004.

cavidades teñidas por óxidos de hierro. Se trata de hojas muy brillantes apiladas componiendo gruesos prismas de hexágonos decrecientes, a los que puede acompañar una especie de vivo color amarillo. Este material amarillo se analizó por EDS, dando como resultado picos de molibdeno, uranio y calcio. Se trata de un material microcristalino y no se aprecian cristales bien definidos al SEM, y no se dispone de cantidad suficiente para realizar una difracción de rayos X, por lo que no ha sido posible determinar si se trata de un molib-

dato de uranio o una mezcla de dos minerales.

Esfalerita

La esfalerita se ha identificado en su variedad ferrífera, pero sólo se han encontrado muy escasas muestras. Los cristales, de hasta 6 mm (y mayores, pero más imperfectos), son inequívocos, de simetría tetraédrica con facetas muy estriadas. Sobre los bordes o en las zonas de fractura, se aprecia una traslucidez marrón rojiza, y se acompaña de

bavenita, pirita y moscovita. La especie se confirmó con análisis SEM-EDS. Proceden del acopio de bloques al este de la cantera Cadalso I.

Prehnita

Sin llegar a ser rara, tampoco está muy extendida en el yacimiento, y los cristales que se han observado no consiguen alcanzar la calidad con que este mineral se presenta en los granitos de la Sierra Norte. La prehnita masiva rellena pequeñas fisuras, juntamente con calcita. En los espacios huecos desarrolla sus cristales característicos, tabulares y transparentes a modo de láminas escamosas que trazan un hexágono no regular, de escasos 2 mm. Otras veces forma agregados más o menos botroidales, bien de terminación lisa pero sin brillo, bien de terminación en graderío y brillante. En ambos casos presenta un color verde pálido, que excepcionalmente puede ser más intenso y configurar agregados de hasta 2 cm. Se ha observado en los bloques del acopio al Este de la Cantera Central (Cadalso I).

Fluorita

La fluorita de Cadalso es un mineral tardío, y se presenta con alguna frecuencia cristalizada en hermosos ejemplares octaédricos de varios centímetros de tamaño. Se han observado tanto incoloros como de color verde, rosado y azulado – violáceo. El color lila o azulado se dispone a manchas, sin zonados y sin homogeneidad, mientras que el rosa y el verde son homogéneos en los ejemplares que se han observado. No son fluorescentes ante la luz ultravioleta. Las caras de cubo también pueden aparecer, pero generalmente con menor desarrollo (hay excepciones a esta norma), y algunos cristales incoloros desarrollan un pequeño efecto de relieve a gotas sobre la superficie de sus caras. Se ha reconocido en el acopio de bloques de la cantera Cadalso I y en Valdeconejillos (Cantera Suroeste).



Grupo radial de cristales de uranotilo. Encuadre de 1,2 cm. Cantera de la Loma de Andrinoso. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de granate espesartina de 2 cm, procedente de la "Panza de la Burra". Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de moscovita de 5 mm, sobre albita. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de posible allanita-Y de 1 cm, con calcopirita. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

Estilbita

Aunque la estilbita se ha identificado sin espacio para las dudas, no hemos observado ejemplares de calidad y tamaño. Forma los clásicos agregados en forma de gavilla, de color amarillento y de hasta 1 cm, sin brillo, y tampoco es un mineral muy frecuente. Puede ir acompañada de apofilita. Posiblemente los cristales de mayor calidad que se han observado son aquellos que se presentan aislados sobre cloritas, aunque raramente sobrepasan los 1,5 mm. Se trata de cristales individuales, paralelepípedicos, con los vértices truncados, brillo nacarado en sus facetas mayores y vítreo en las demás. Ha aparecido en el acopio de bloques de la Cantera del Lanchar de La Osa, tanto incoloros como de color tostado.

Bavenita

Es el mineral más notable del yacimiento por la abundancia y calidad con que se presenta, que la sitúa entre los mejores ejemplares del mundo para la especie. Cuando lo habitual son pequeños cristales aciculares o laminares (en los yacimientos raros y clásicos de Mesa Grande, Piamonte, Devonshire, Londonderry, Vlastejovice o Baveno, donde se descubrió), en Cadalso de los Vidrios se han observado secciones de cristales de bavenita de 3 cm, lo cual es un tamaño extraordinario para este mineral. Posiblemente el yacimiento más destacable del mundo en cuanto a cantidad de bavenita es el de Yermakovska, que se encuentra en la región de Baikal (Rusia). Se trata de un gran skarn e infiltraciones en la cúpula de un granito que dió origen a una mina

a cielo abierto, en la que se explotó la bavenita como mena comercial de berilio. Este y otros minerales de berilio aparecían junto con fluorita (González del Tánago, com. pers.). La bavenita es un producto hidrotermal tardío de la alteración del berilo, tan escaso por otra parte en el yacimiento. En los yacimientos de la Sierra Norte la bavenita aparece con cierta frecuencia en agrupaciones de cristales capilares, hábito que en cambio no se ha observado en las canteras de Cadalso, y rara vez se presenta en diminutos cristales tabulares. Por el aspecto de los ejemplares, durante un tiempo hemos creído que se trataba de heulandita o alguna otra ceolita, hasta que un análisis realizado por J. Viñals a instancias de M. Calvo ofreció la verdadera identidad del mineral.



Grupo de bavenita de 1,4 cm. Pegmatita de la "Panza de la Burra". Colección: M. de Torres. Foto: F. Piña.



Cristal biterminado de milarita sobre cloritas. Tamaño: 2 mm. Col. J. de Dios Martínez. Foto: F. Piña.



Cristales de cuarzo ahumado de 2 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

Se trata efectivamente de un mineral muy común en la cantera de "El Venero", donde acompaña a un enorme número de especies. Ella sola llega a rellenar fracturas del granito, lo que da una idea de la excepcionalidad del caso. De la geoda bautizada como "Panza de Burra" han podido salir cientos de ejemplares de diferentes tamaños. Los cristales individuales rómbicos, conforman unos agregados en forma de cilindro corto, en cuyas bases se apre-

cian toda la infinidad de aristas en disposición radial, mientras que la superficie curva del cilindro tiende a ser continua y lisa, con un color más amarillento o incluso verdoso. Se trata de haces de planos que comparten un eje. La exfoliación es perfecta, quedando en fractura una sección cuadrada de brillo nacarado, que tiende a no ser plana. De hecho, dicha sección presenta un aspa entre vértices bien perceptible, no sólo por una diferente tonalidad, sino

por actuar como junta en la que el plano de exfoliación cambia de orientación, lo cual es normal al tratarse de agregados múltiples. En cristales aislados o en los bordes de los grupos, la bavenita es perfectamente transparente e incolora, o puede presentar matices rosados, amarillentos o verdosos. Puede contener inclusiones de clorita, que quizá sean los responsables del tono verdoso cuando se presenta, al igual que la hematites puede ser la inclusión que aporta el tinte rosado. Es un mineral más frágil que blando, y los grupos pueden presentar un crecimiento ordenado y disperso, o bien apretado, perdiendo simetría y proliferando contactos que generan superficies curvas, todo ello dependiendo de los huecos disponibles. Aparece frecuentemente acompañada de calcita, que puede eliminarse con ácido para hacer más visibles los cristales. También se ha identificado una generación diferente de bavenita, a base de cristales submilimétricos que recubren con intensidad variable la superficie de otros minerales. Es especialmente evidente sobre algunos cristales de cuarzo. La bavenita se ha reconocido en los bloques de la plaza de Valdeconejos, incluso en la geoda que visi-



Escombrera restaurada, sobre la que se establecen pequeños elaboradores de adoquines y otras piezas comerciales. Foto: G. García, 2003.

blemente llama la atención en la puerta de acceso a la planta de áridos de “Marcelino Martínez, S.L.” (ver fotografía), en los acopios de las canteras del Este, en los bloques de las canteras del Norte (“Canteras Levantinas, S.L.”). Curiosamente, no hemos logrado observarla en ningún frente.

Apatito

El apatito también es un mineral destacable en el yacimiento, y es que en España no son muy frecuentes los apatitos de calidad gema. En Cadalso de los Vidrios el apatito es un mineral relativamente frecuente, formando cristales prismáticos hexagonales generalmente aislados. El tamaño es variable, entre submilimétrico y 1,5 cm. Las caras de los cristales son generalmente estriadas, pero no necesariamente. El color va desde el incoloro (los más vistosos), a ejemplares más turbios o lechosos. Eventualmente pueden ser ligeramente verdosos, rosados y presentar inclusiones de otros minerales. La forma básica es el prisma, que termina en pinacoide, sólo o combinado con pirámide (sobre todo en cristales muy pequeños).



Otro diferenciado granítico en el yacimiento de Cadalso. Foto: C. González, 2004.

También puede haber tolvas en el cierre del prisma. Son habituales los zonados, bien perceptibles en los ejemplares transparentes. Se trata de planos de diferente tonalidad paralelos al pinacoide. Puede presentar como inclusión granate. Otros cristales de apatito son ligeramente tabulares, formando prismas hexagonales cortos con biseles de bipirámide sobre el pinacoide, incoloros y brillantes.

Una generación netamente diferente de apatito se caracteriza por cristales aciculares, incoloros, de algunos milímetros de longitud. Pueden estar recubiertos de pirita y son frecuentes en la proximidad de la chabasita. Los ejemplares se han observado en bloques de acopio de la cantera Cadalso I y se han analizado por EDS.

Berilo

Se han encontrado algunos escasos fragmentos de berilo, insertados en cuarzo lechoso. Se trata de secciones hexagonales de cristales prismáticos que pueden alcanzar 1 cm. Están internamente muy fracturados y son traslúcidos, de color azulado. Se han identificado en el acopio de bloques que hay entre la Cantera del Charco del Hombre Muerto y la carretera.

Un hallazgo notable constituye un ejemplar de berilo semiincluido en cuarzo ahumado. Se trata de un cristal que está suelto dentro del cuarzo que lo contiene, pero que por tener mayor sección en el extremo embutido, no puede extraerse totalmente. El cristal puede tener hasta 1 cm, tiene calidad gema, tono ver-



Cristal de apatito de 1 cm, con chabasita. Es un mineral relativamente frecuente en el yacimiento, casi siempre bien cristalizado. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Desde el exterior de las instalaciones mineras ya existen claros indicios de la existencia de pegmatitas de interés. Foto: G. García, 2004.

doso claro y está terminado en pinacoi-
de, con acanaladuras de sección hexa-
gonal. El propio cristal tiene sección de
hexágono irregular, y la superficie de
sus caras muestra el típico aspecto ala-
beado y brillante de los berilos gema de
segunda generación. En un bloque se ha
observado un filoncillo relleno de una
cantidad apreciable de berilo semi-
transparente, en forma de prismas adya-
centes quebradizos que a primera vista
parecían fragmentos de aragonito. La
especie se ha confirmado por análisis
en varios casos.

Uranotilo

Por análisis, solamente se tiene la cer-
teza de estar ante un silicato de uranio,
aunque por la forma de presentarse, en
cristales aciculares radiados, pensamos
que sólo puede tratarse de uranotilo.
Han aparecido muy escasas muestras
en la cantera abandonada de la Loma de
Andrinoso (Almorox), que consis-
ten en grupos radiales compactos de



Una vista parcial de la Cantera Central (Venero-I), con la Peña de Cadalso al fondo. Foto: G. García, 2004.

cristales capilares de color amarillo
canario, acompañados de calcita, cuar-
zo ahumado y un mineral oscuro nodu-
lar que puede ser goethita. El brillo es
sedoso. En ningún caso estos grupos
superan el medio centímetro, y apare-

cieron en un bloque de granito que esta-
ba cruzado por una vetilla de 2 o 3 cm
de espesor, rellena principalmente de
calcita y feldespatos. En El Venero tam-
bién se han identificado ejemplares de
este mineral.



Vista hacia Levante de la Cantera "Venero II" o Cantera Oeste. Foto: C. González, 2004.



Planta de trituración de "M. Martínez, S.L.". En la nave se encuentra una machacadora giratoria primaria. Foto: C. González, 2004.

Metatorbernita

Con cierta frecuencia aparece metatorbernita dispersa a modo de escamas sobre el granito, ya sea fresco o alterado. Ha sido observada in situ en frente de cantera, dispersa junto con alteraciones de cobre en toda la superficie de una gran discontinuidad del granito, fracturaciones a favor de las cuales siempre se producen fenómenos de alteración de tipo cloritización, serpentización y caolinización. Estas juntas, completamente tapizadas de tonos verdosos y/o rosados, son frecuentísimas en cualquier sistema de granito fracturado, pueden contener algunos sulfuros y en el caso que se comenta también hay cantidades notables de metatorbernita. Suele aparecer en la proximidad de enclaves con sulfuros más o menos alterados. Se trata de escamas milimétricas de contorno cuadrado y brillo nacarado. Se ha observado con frecuencia en el acopio de bloques al Sur de la Cantera Central o Cadalso I.

Milarita

La milarita es una especie rara en Cadalso. Analizada mediante DRX y EDS, se trata de cristales prismáticos de hasta 1 cm, incoloros a blanquecinos, de sección hexagonal y terminados en pinacoide con proporciones variables de pirámide. Suele acompañar laumontita y clorita. En Cadalso puede confundirse con el apatito prismático (no con el tabular), aunque la milarita en Cadalso parece presentar una forma ligeramen-



Bloques comerciales listos para su expedición, o para la elaboración en el propio telar de la empresa en Cadalso. Foto: A. Bueno, 2003.

te abarillada. En todo caso, resulta complicada la clasificación si no se dispone de una analítica específica.

Pirita

Es relativamente abundante, dispersa en diminutos cristales cúbicos o cuboctaédricos que recubren, se incluyen o acompañan con un amplio cortejo de minerales: ortosa, chabasita, bavenita, apatito, granate, micas, arsenopirita, esfalerita, calcita, microclina, albita, etc. Alguna vez presenta un aspecto peculiar, componiendo un pan de pirita que recubre superficies lisas o irregulares de otros minerales. Eventualmente puede

aparecer irisada. Aunque la disposición de los cristales parece discrecional, a veces las cadenas de cristales perfilan elementos geométricos de los cristales: líneas de fractura, aristas, etc. Son comunes los cristales cúbicos de algunos milímetros de arista en distinto grado de oxidación. Frecuente en el acopio de bloques al Sur de la Cantera del Charco del Hombre Muerto, al Este de Cadalso I. Son característicos unos pequeños ejemplares de pirita cúbica (con vértices truncados) de tendencia paralelepípedica, con ligera pátina de oxidación y acompañados de cristales submilimétricos de esfalerita.

Calcopirita

Es un mineral escaso pero extendido. Aparecen algunas masas centimétricas donde la biotita cloritizada envuelve pequeñas cantidades de sulfuros. Se identifican cristales bien formados inferiores al milímetro, de color dorado y brillantes, con las aristas ligeramente romas. Por otra parte, constituye recubrimientos epitaxiales sobre varias especies, bien perceptibles a reflexión total.

Wolframita

Junto a arsenopirita y a calcopirita aparecen masas de wolframita en torno a 1 cm, con exfoliación perfecta y reflexiones internas rojizas (posible variedad huebnerita).



Iluminación progresiva con luz ultravioleta larga de unos agregados de aragonito con ópalo. Ejemplar de 8 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Rampa de acceso al frente superior de la Cantera Suroeste o Valdeconejillos. Al fondo, la Peña de Cadalso. Foto: C. González, 2004.



Sección de cristal de berilo azulado embutido en cuarzo. Encuadre: 8 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Granate espesartina de 5 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cantera del sector oriental de explotación. Foto: C. González, 2004.



Corte inicial realizado con lanza térmica. Foto: A. Bueno, 2003.



Grupo de bavenita de 1,2 cm, sobre albita. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Macra de cristales de microclina de 1,5 cm, con clorita. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

Chabasita

La chabasita es un mineral común en el yacimiento. Se encuentra siempre bien cristalizada, en seudocubos milimétricos transparentes amarillos o incoloros, siendo mucho más abundantes los primeros. Casi siempre van acompañados de cristales de pirita y es común el truncamiento de uno de los vértices. Se ha identificado en los bloques de la plaza de la Cantera Central, y sin dificultad en otros acopios.

Granate

El granate está muy extendido, tanto masivo como cristalizado. La especie que se ha identificado es espesartina, como la más común, pero existen ejemplares de tonalidades más claras, que también se observan, y que pueden corresponder a otros términos de la familia. Forma por sí solo enclaves de varios centímetros en el granito, de característica textura quebrada por el intercrecimiento con feldespato y/o cuarzo, y cuando felizmente cristaliza, puede formar ejemplares de más de 2 cm de longitud. Los cristales están formados por combinación de rombododecaedro y trapecioedro, dándose términos extremos de uno y otro. El color más frecuente es un rojizo intenso, aunque hay matices más anaranjados y otros más sanguíneos. Estos últimos son los más vistosos, por las hermosas reflexiones internas que se producen bajo luz intensa. Presentan diferentes grados de traslucidez, desde transparencia absoluta a turbidez también absoluta, que



Los canteros conocen perfectamente la ley o "andar" del granito, que es el plano de debilidad por el que la roca abre, y que está en relación con la orientación de los cristales de feldespato y mica. Fotos: C. González, 2004.



Grupo de cristales de chabasita. Encuadre de 2 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Grupo esférico de 2 cm de cristales de bavenita sobre albita con cloritas. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Masas exfoliadas de bavenita relleno de fisuras. Colección: M. de Torres. Foto: G. García.



Grupo de prehnita de 5 mm sobre cuarzo. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

suele coincidir con colores más pardos que inducen a su confusión con otros minerales cuando es masivo, en particular con scheelita. La superficie de las caras casi siempre presenta brillo vítreo, pudiendo ser estriada o mostrar motivos tridimensionales. Su distribución en el yacimiento es amplia, reconociéndose sin dificultad en una mayoría de acopios.

Cloritas

Se presenta con dos aspectos. El más común es la clorita de aspecto finamente granudo y color verde oscuro, con brillo mate. Se trata de cadenas vermiciformes de prismas hexagonales de pequeña sección, o bien apilamientos sin más de multitud de escamitas que recubren amplias superficies de la muestra. Puede constituir costras continuas de uno o dos milímetros de espesor que recubren cristales de microclina, de cuarzo,

etc, siendo fácil obtener moldes que se desprenden de ellos. El otro aspecto de la clorita es en grupos de cristales aislados, de contorno hexagonal y cierto desarrollo prismático. Tienen un color mucho más oscuro y suelen ser de aspecto brillante, aunque siempre se trata de grupos en torno al milímetro, muy pequeños. Son posteriores a la moscovita, a la que recubre enmascarando su presencia, efecto bien perceptible en fractura fresca. Se han observado estos grupos de clorita como inclusión en el cuarzo, la albita y en otros minerales. Son particularmente brillantes las caras rectangulares del pseudoprisma hexagonal que componen los grupos, a pesar de estar constituidas por múltiples aristas de los cristales individuales que componen el grupo. Es muy común que los recovecos de la clorita y las juntas de sus cristales estén recubiertas por un material que, aunque está sin analizar, será caolin con

toda probabilidad. La especie se ha comprobado por DRX en ejemplares procedentes de Valdeconejillos.

Titanita

Se cita a título informativo, es muy rara y además los ejemplares localizados carecen de interés coleccionístico. Se presenta en cristales aislados de hasta 4 mm o grupos de cristales de 3 o 4 mm. Son de color marrón rosado o grisáceo, lanceolados, imperfectos y con brillo pobre. Los grupos aparecen formando rosetas (muy similares a sus homónimas de la Sierra Norte), quebradizas e imperfectas, con una intensa fracturación interna. Se ha observado en la Cantera del Lanchar de La Osa.

Moscovita

Es muy común, y se distingue con facilidad de las cloritas por su tono amari-

En ruta



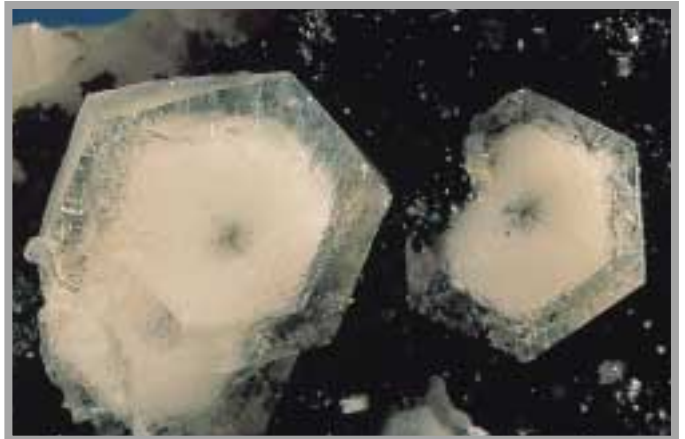
Crecimiento epitaxial de albita incolora sobre microclina, de 3 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de granate de 7 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de cuarzo ahumado de 4 cm, con feldespato. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales lenticulares de calcita zonada de 4 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de bavenita de 4 cm sobre cuarzo. Los óxidos de hierro aportan una tonalidad amarillenta que realza el contraste del ejemplar. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de esfalerita de 6 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de scheelita de 1,5 cm, con calcita y pirita, montado sobre la arista de un cristal de ortosa. Pegmatita de la "Panza de la Burra". Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de moscovita. Grupo de 3 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de cuarzo ahumado de 3 cm sobre una lámina de albita. Sobre la superficie de las caras de pirámide se perciben diminutos grupos de bavenita. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

lento a rosa - liláceo, siendo además la única mica que compone cristales bien formados de hasta 1 cm de dimensión máxima. Constituye láminas hexagonales regulares o grupos de ellas. Ejemplares que por su color pudieran parecer lepidolitas no han podido ser confirmadas como tales. Sí se ha detectado por EDS un contenido apreciable en manganeso en estas moscovitas. Externamente pueden presentar una coloración diferente, que enmascara el color lila. Los agregados que se observan en fractura son heterogéneos y presentan un apilamiento de láminas que alternan con tramos finamente granudos, conformando a veces superficies convexas. Sin embargo, el acabado de los cristales está bien formado, y hay algunos ejemplares muy característicos por el hecho de mostrar hexágonos con aspecto de triángulo equilátero, al tener aristas alternas un desarrollo muy desigual. Sobre la super-

ficie de estos triángulos se observan aristas paralelas de otros muchos cristales asociados y es común la presencia de un fino polvillo amarillento que no se ha identificado.

Se ha encontrado entre la Cantera Central y la Oeste.

Fayalita

En el seno del granito fresco se reconocen con alguna frecuencia masas negruzcas cloritizadas, en las que aparece un material masivo, heterogéneo e indefinido, que en rayos X ha resultado ser fayalita con picos débiles de actinolita y trazas de magnetita. Observado en detalle, este material aparece fajeado, con venas de fayalita traslúcida de color oliváceo y diminutos octaedros de magnetita con fibras oscuras de actinolita. Se ha observado en unas pequeñas canteras abandonadas en el sector oriental.

Laumontita

No es nada abundante, contrariamente a lo que sucede en las canteras de la Sierra Norte. Se han identificado los típicos cristales blancos de laumontita de hasta 1 cm de longitud. Se trata de cristales prismáticos terminados en sección oblicua, en pequeñas geodas junto a bavenita, microclina y óxidos de hierro y manganeso. Con la deshidratación se hace deleznable, quebradiza, y genera fisuras longitudinales en los cristales. Se ha observado en bloques de acopio, eventualmente rellenando huecos de geodas centimétricos.

Scheelita

Se han localizado ejemplares de esta especie en bloques de la Cantera Suroeste y en la Central, aunque es rara en el yacimiento. La especie está analizada. Uno de los ejemplares consiste en un cristal de 1 cm implantado sobre albita, al que

En ruta



Cristal de turmalina de 2 cm. Cantera de la Loma de Andrinoso. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de cuarzo ahumado de 2 cm, con un pequeño matiz amatista, obtenido en un afloramiento del Cerro Alcornocoso. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de microclina rosada con moscovita, de 6 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de granate con feldespato, chabazita, pirita y cuarzo de 3 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Vista general del hueco de la Cantera "Venero-II" o Cantera Oeste, con visual hacia levante. Foto: G. García, 2004.



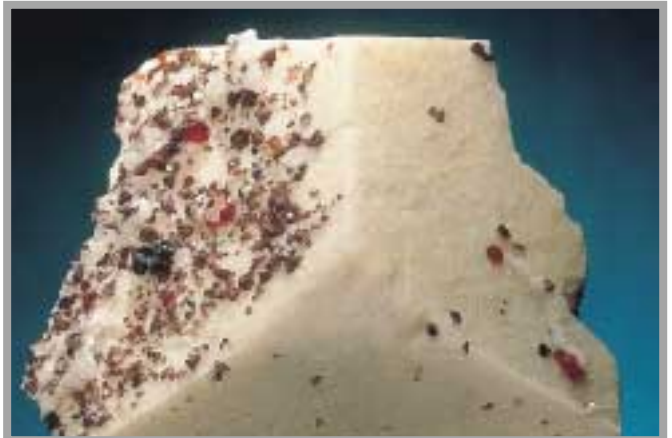
Calcita espática con inclusiones de bismutina. Ejemplar de 8 cm. Colección: J. de Dios Martínez. Foto: F. Piña.



Cristales de moscovita liláceo (alto contenido en Mn) con un envoltorio externo de moscovita y clorita. Grupo de 4 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de cuarzo ahumado de 4 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de microclina de 5 cm, con pequeños cristales de granate, moscovita y clorita. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Vista general de la Cantera Sur, donde se da la variedad "Rosa Cadalso". En esta explotación es muy frecuente la epidota. Foto: G. García, 2004.



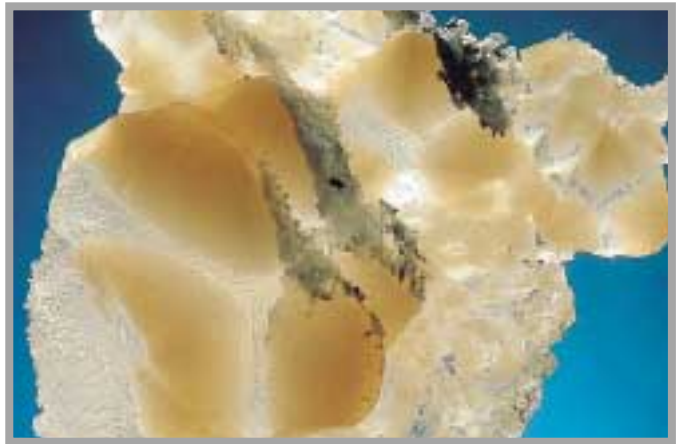
Cristales de molibdenita. Encuadre de 2 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Vista general de la cantera de Valdeconejillos o Cantera Suroeste. Foto: C. González, 2004.



Detalle interior de la "Panza de la Burra", antes de su total apertura. Foto: C. González, 2004.



Calcita traslúcida, con una distribución orientada del color. Tamaño del ejemplar: 8 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

acompaña moscovita, clorita, turmalina, granate y pirita, por ese orden de abundancia. Tiene color melado y es traslúcido, brillo ligeramente resinoso. La forma del cristal es relativamente completa, la bipirámide tetragonal. La superficie de las caras está afectada de pequeñas picaduras y erosiones. Otro ejemplar, con un cristal superior al centímetro, es más blanquecino, está montado sobre microclina y va acompañado de pirita, apatito, clorita y calcita. Igualmente se han encontrado cristales bien conformados de color gris nacarado y más raramente verdoso.

Helvita

La especie está analizada por SEM-EDS. Forma cristales tetraédricos de hasta 7-8 mm, de color marrón rojizo, anaranjados a veces, otras más pardos. Generalmente están fuertemente corroídos, con profundas picaduras y disoluciones parciales de

cristales, liberándose fragmentos que a veces quedan atrapados en la matriz de clorita, y que a veces se confunden con granate. Los cristales más enteros se han identificado implantados sobre feldespatos, en torno a 2 mm, y en este caso llegan a desarrollar algunas facetas brillantes, con una pequeña estriación que tiende a conservarse aún cuando el cristal se corroe. Se ha observado en el frente de la Cantera Suroeste (Valdeconejillos).

Bismutina

Relativamente rara. Se ha observado en una geoda de la zona sur del acopio de bloques de las Canteras del Norte ("Canteras Levantinas, S.L."), en la "Panza de Burra" (junto con fluorita morada) y en algunos otros puntos. La especie, identificada mediante EDS, se ha encontrado formando pequeños cristales de aspecto metálico, exfoliación perfecta, de color gris oscuro y forma

prismática o tabular con estrías, de hasta 6 mm. Sobre su superficie pueden existir cristales de esfalerita inferiores a 1 mm. Una mayoría de veces la bismutina aparece blindada por calcita, hecho que la preserva de su alteración a bismutita. Son interesantes los ejemplares de calcita espática con filamentos interiores de bismutina, afectados del fenómeno de doble refracción.

Turmalinas

Con carácter general, se trata de cristales capilares de color gris, azulado, amarillento o marrón, de escasos milímetros de desarrollo. Acompaña a la clorita, al apatito y a la scheelita. Con carácter puntual, se ha identificado turmalina en cristales de hasta 2 cm de longitud, prismáticos, finos y muy oscuros, en la cantera abandonada de la Loma de Andrinoso. Son brillantes, levemente estriados y acompañados de feldespatos y óxidos de hierro.



Fragmentos de gadolinita-Y. La muestra es radiactiva. Encuadre de 3 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Cristal semitabular de apatito de 1 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de helvita sobre ortosa. Encuadre de 2 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Singulares cristales de albita epitaxial. Ejemplar de 3 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.

Epidota

Aunque no es abundante en el yacimiento, sí llega a ser frecuente en la Cantera Sur, donde la empresa Marcelino Martínez Madrid, S.L. explota a bajo ritmo una variedad de granito “rosa” de grano grueso (el feldespato presenta una tonalidad rosada debido a la exolución de hematites). En esta pequeña labor existen ejemplares de epidota de color verde, traslúcidos a transparentes y longitud en torno a 1 cm, prismáticos y en generalmente brillantes. Aparecen con clorita, una mica dorada sin identificar, titanita, cuarzo y feldespato. En alguna otra cantera se ha podido ver la epidota como secciones cuadrangulares de cristales embutidos en micropegmatitas del granito, secciones de hasta 5 mm de longitud, de color verde opaco. Otra forma de presentarse la epidota es en cristales aciculares milimétricos, oscuros y brillantes, junto con apatito,



Cristales de microclina con clorita, con diversas macas de Baveno. Tamaño: 5 cm. Colección: M. de Torres. Foto: F. Piña.

scheelita, clorita, etc. Se trata de una epidota cérica.

Gadolinita-Y

En El Venero se ha identificado esta especie (DRX, EDS). Han aparecido ejemplares en la “Panza de la Burra” y en otras pegmatitas de ese acopio. Se trata de masas oscuras de casi 1 cm de fractura concoide, de color verde transparente, junto con cuarzo, albita, granate, moscovita y apatito. Estas pequeñas masas de brillo acharolado están embutidas en la albita, con una interfase de pirita. Los ejemplares son metamórficos.

Allanita-Y (?)

Se ha analizado por EDS un ejemplar cristalizado de color oliváceo, traslúcido, con las facetas estriadas y recubiertas de un fino polvo de cristales de calcopirita, recogido en El Venero, resultando Si, Ca, Y, Fe y Al. La forma de los cristales parece compatible con la especie, pero aunque se dispone de difractograma, no ha podido compararse con un estándar de allanita-Y.

En ruta



Cristales de granate de 1,5 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de helvita con clorita, de 3 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de apatito con pirita y chabasita. Encuadre de 1,5 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Haz de cristales de estilbita. Ejemplar de 1 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Vista parcial de la planta de áridos de "Canteras Levantinas, S.L.". Detrás, la Peña de Cadalso. Foto: G. García, 2004.



Grupo de bavenita de 10 mm, con cuarzo, moscovita y pirita. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de estilbita con clorita, sobre cuarzo. Encuadre de 2 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Crecimiento de pirita sobre cristales de calcita. Ejemplar de 1 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de apatito, con titanita. Encuadre de 1,5 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

Pirolusita

Está extendida por las superficies de discontinuidad del granito, formando las típicas dendritas que pueden ser milimétricas o centimétricas. El color es marrón a negruzco, según el grueso de su trazo arborescente, y llega a formar algún ejemplar vistoso cuando se desarrolla sobre la cara plana de la microclina exfoliada.

Pirrotina

Cristales hexagonales perfectos de pirrotina, de hasta 1 mm, aparecen como inclusión en algunos ejemplares de calcita.

Axinita

Cristales inequívocos, imperfectos, insertados en calcita y apofilita, con estilbita y fragmentos de posible grana-

te o helvita. Se trata de individuos de hasta 1 cm, de color ahumado liláceo, con alguna corrosión en superficie pero que no llega a eliminar el estriado inicial. Algunas fracturas internas. Se ha observado en bloques de la Cantera del Lanchar de La Osa, cantera que por cierto tiene una actividad relevante, sin ser de las principales.

Apofilita

Se identifican cristales de hasta 2 cm (analizados), de aspecto equidimensional, desarrollo corto del prisma tetragonal y grandes los truncamientos de los vértices. Presenta fuertes corrosiones que anulan la transparencia del cristal y el brillo de sus caras, mostrando un aspecto lácteo y deslucido. La superficie de las caras tampoco es bien lisa, sino imperfecta. Por el contrario, existe una generación de apofilita en cristales

los más vistosos pero milimétricos, incoloros y apuntados (sin pinacoide). Acompaña a la primera. Se ha observado en bloques de la Cantera del Lanchar de La Osa .

Arsenopirita

Se han identificado cristales muy brillantes de arsenopirita, algunos perfectamente formados, junto a enclaves de mineral masivo. Alcanzan 1,5 cm de longitud, unas veces están estriados y aparecen acompañados de pirita, moscovita y ortosa, y otras veces presentan caras completamente lisas, formando cristales sueltos de hasta 1 cm. Los cristales de mayor tamaño presentan recrecimientos de caras de cristal, lo que les da un aspecto ligeramente curvo. Otras veces resulta abundante como una dispersión generalizada en el granito de pequeños granos brillantes.

En ruta



Cristal de apofilita de 2 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de torbernita de 1 mm. Colección: Juan de Dios Martínez. Foto: F. Piña.



Cristales de cuarzo ahumado de 2 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Vista general de los trabajos de "Canteras Levantinas, S.L.", en el sector Norte del yacimiento. Las pegmatitas en esta zona son menos abundantes que en "El Venero". Foto: G. García, 2004.



Magnífico trapezoedro de espartina de 5 mm, obtenido en el desmante de la "Panza de la Burra". Colección: C. González. Foto: F. Piña.



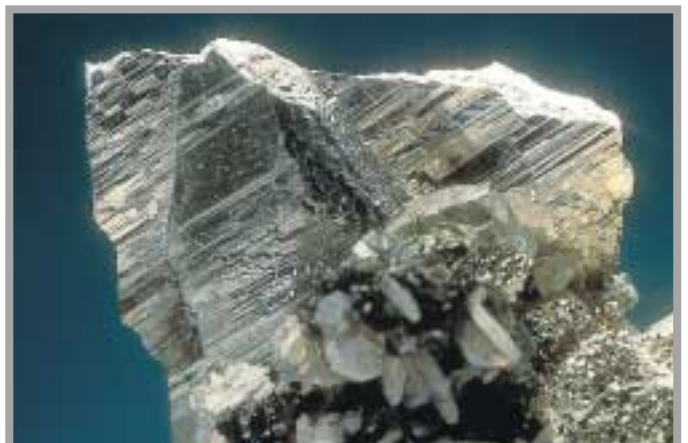
Cristal de titanita, de 3 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristales de pirita sobre albita. Encuadre de 1,5 cm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Con la ayuda de un cantero profesional pudo finalmente abrirse la pegmatita "Panza de la Burra". En la serie de fotos se recogen tres momentos de la operación. Foto: C. González, 2004.



Cristales estriados y brillantes de arsenopirita, de 1 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Das perspectivas de un cristal de calcita de 1,2 cm, con inclusiones de pirrotina.
Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal de moscovita de 1 cm. Colección: C. González.
Foto: F. Piña.



Cristal de axinita de 1 cm, procedente de la Cantera del Lanchar de La Osa. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Serpentina

La serpentización es una alteración común en las familias de juntas del granito. Como consecuencia, es frecuente la presencia de granulillos y masas irregulares de serpentina de color verde más o menos intenso, amarillento incluso y

fractura concoide. Carece de todo interés en cuanto a ejemplares.

Nontronita

Se ha identificado por DRX esta arcilla de la familia de las esmectitas, que for-

ma masas compactas de aspecto jabonoso y vivo color verde o amarillento.

CONCLUSIONES

Una vez más, consideramos que es posible la adopción de soluciones intermedias que resulten aceptables para los diferentes colectivos implicados y que no pasen por la destrucción de patrimonio mineralógico. Proponemos que sean creados espacios intermedios (escombreras de libre acceso), como zona franca fuera de la responsabilidad de las empresas concesionarias, escombreras que una vez hayan sido investigadas y muestreadas en todas sus posibilidades, se restauren con arreglo al programa previsto. Se trata de conceder un período de carencia para que el posible valor científico de esas geodas y materiales sea aprovechado, lo cual ahora no sucede, eliminando por otra parte el peligro que supone el acceso incontrolado de personas a las canteras en producción. Esto no es una idea descabellada ni



Vista parcial de la cantera de la Loma de Andrinoso, donde se ha observado uranotilo y turmalina. Foto: G. García, 2004.



Superficie de fractura donde son perceptibles los "escalones" de falla, dando idea del sentido de desplazamiento. Foto: G. García, 2004.



Cristal de granate espesartina que combina las formas de trapezoedro y dodecaedro. El Venero. Cristal de 8 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.

mucho menos propia: Según el Director General de Industria de la Comunidad de Madrid, los usos que pueden darse a los terrenos afectados por una explotación minera tras su clausura, pueden ser: forestal agropecuario, urbanístico, ecológico, recreativo, etc. (López Jimeno, 2001). Dentro del marco ofrecido en estos usos, tiene perfecta cabida la anterior propuesta. En particular, el yacimiento de Cadalso dispone de explanadas de bloques suficientemente retiradas de los frentes y de las zonas de tránsito de maquinaria, en el área de trabajo de canteros particulares, artesanos y productores de adoquín. Aquí se propone como conclusión a este trabajo la creación de un parque de ocio mineralógico.

Agradecimientos

Expresamos nuestra gratitud por las aportaciones de Fernando Palero, José González del Tánago, Fernando Tornos y Miguel Calvo. Juan de Dios Martínez tuvo el mérito de observar la presencia de especies cristalizadas desde los inicios de los trabajos en los años 80, y ha prestado una cantidad enorme de muestras para la descripción de minerales. Las empresas explotadoras facilitaron la visita a las canteras y el trabajo de Juan Viñals y del Laboratorio Centralizado de la Escuela de Minas de Madrid en la determinación de especies ha sido también fundamental.

Referencias

Comunidad de Madrid. Dirección General de Industria, Energía y Minas (2003): Piedra de Madrid.

López Jimeno, C. (2001): Objetivos del Primer Encuentro de la Minería madrileña en el nuevo milenio. 21 y 22 de noviembre de 2001. Dirección General de Industria, Energía y Minas.

Pérez Regodón, J. (1970): Guía geológica, hidrogeológica y minera de la provincia de Madrid. Memorias del IGME. Tomo 76. Madrid.



Berilo calidad gema embutido en cuarzo. Cristal de 1,5 cm. Col.: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal prismático de bismutina, de la "Panza de la Bu-rra", de 1 cm. Col.: C. González. Foto: F. Piña.



Pequeñas escamas de torbernita y crisocola sobre gra-nito fresco, in situ. Foto: G. García, 2004.



Cristal hialino de cuarzo, junto a pequeños granates. En-cuadre de 1,5 cm. Col.: C. González. Foto: F. Piña.



Grupo de bavenita (1,2 cm), donde se aprecia bien la exfoliación perfecta del mineral. Col.: M. de Torres. Foto: F. Piña.



Pequeña cavidad pegmatítica de la que procede el cris-tal de fluorita de la página 18. Foto: G. García, 2004.



Vetilla con uranotilo, en la Cantera de la Loma de An-drinoso. Foto: G. García, 2004.



Huellas de extracción superficial de granito en la Peña Halcón, 2 km al noreste de Cadalso. Foto: G. García, 2004.



Cristales tabulares de apatito de hermoso color rosa. Encuadre de 1,5 cm. Col.: J. de Dios Martínez. Foto: F. Piña.



Fluorita recubierta de pirita irisada. Cristal de 3 mm. Col.: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Grupo de bavenita de 7 mm. Colección: C. González. Foto: F. Piña.



Grupo de cristales prismáticos incoloros de apatito. Encuadre de 2 cm. Col.: J. de Dios Martínez. Foto: F. Piña.



Diminutos grupos de auricalcita. Encuadre de 1 cm. Col.: Juan de Dios Martínez. Foto: F. Piña.



Cristal individual de titanita. Encuadre de 1 cm. Col.: C. González. Foto: F. Piña.



Cristal compuesto de milarita. Cristal de 3 mm. Col.: Juan de Dios Martínez. Foto: F. Piña.



Dendritas de pirolusita sobre un cristal de ortosa. Encuadre de 2 cm. Col.: C. González. Foto: F. Piña.