

PATRIMONIO GEOLÓGICO

La geoda de cristales de yeso de Jaravías (Almería)

La geoda de cristales de yeso de Jaravías (Almería)

R- 5738

Javier García Guinea

Departamento de Geología. Museo
Nacional de Ciencias Naturales (Madrid).
guinea@mncn.csic.es

Jose María Calaforra

Departamento de Hidrogeología.
Universidad de Almería (Almería).
jcalafor@ual.es

Historia y descripción de la mina

La mina privada de hierro-plomo de la pedanía de Pilar de Jaravías empezó a funcionar el siglo pasado y siempre ha sido propiedad de la conocida familia Carlos Marín de Pulpí. Inicialmente, se abrió para extraer masas de óxido de hierro y de carbonato de hierro enriquecidos en manganeso. Como consecuencia de esta actividad extractiva mantenida hasta antes de la guerra civil española (1936-1939), ha quedado un enorme hueco o cantera muy extra-plomoda y peligrosa.

Después de la guerra civil, agotado el hierro en la mina, se inició allí mismo una nueva minería de interior para extracción de minerales de plomo.

Se abrieron pozos verticales y galerías con raíles y vagonetas. Algunos vecinos de Pulpí, ex-mineros de

Pilar de Jaravías, nos han manifestado que sólo separaban las masas metálicas grises de minerales de plomo, que la mina cerró en 1971 y que el único muerto que hubo fue un charrero en 1972 cuando estaba desmantelando el peligroso entibado de la mina. Es decir, la mina nunca ha tenido nada de especial, ha sido una de las miles de minas de plomo que ha funcionado en la postguerra española cuando bajo el embargo internacional de España, Franco tuvo que impulsar la extracción nacional de metales estratégicos, incluyendo mineralizaciones muy poco rentables económicamente. En 1947 Francisco Pardillo añadió a su traducción del tratado de Mineralogía de Klockmann-Ramdohr una nota sobre los hermosos cristales de yeso de Pilar de Jaravías y que los vecinos de Pulpí decían que calentando estos cristales obtenían polvo de yeso deshidratado blanco de muy alta calidad.



Figura 1.- Foto realizada instalando las luces detrás de los cristales y sin flash. El cristal grande tiene casi dos metros.



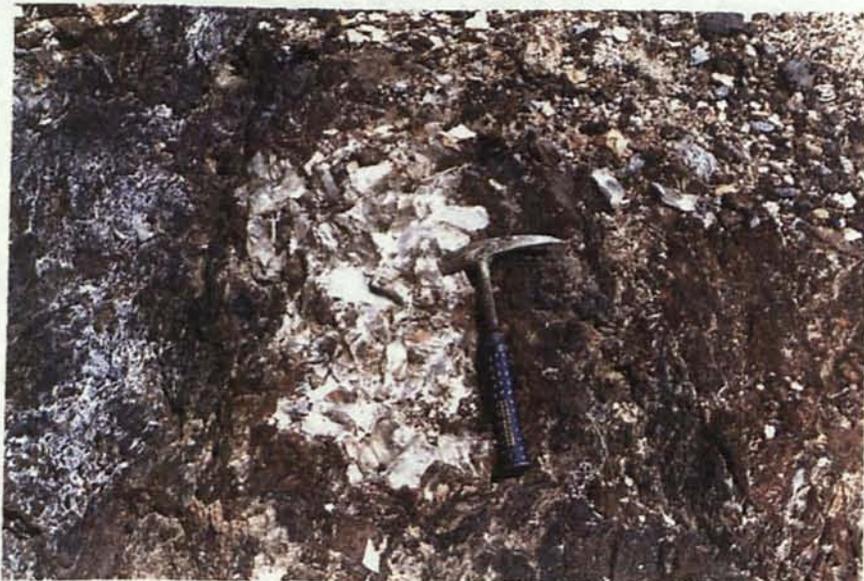


Figura 2.- Geoda rellena de cristales de yeso, foto de la trinchera del ferrocarril. La roca encajante es hematites y siderita. Mina Pilar de Jaravías, Pulpí.

Situación geográfica y geológica de la mina

La mina está situada al pie de la ladera este de la Sierra del Aguilón, justo debajo de la vía férrea y casi contigua a una cantera de áridos de caliza y a escasos metros de las casas de Pilar de Jaravías. Geológicamente está situada dentro del sector suroccidental de la Zona Bética dentro del ámbito de las Cordilleras Béticas. Estratigráficamente pertenece al Complejo Alpujárride formado por un basamento Paleozoico y la cobertera Mesozoica. Se trata de una mineralización filoniana de indudable origen volcano-hidrotermal. La mina está situada en el mismo contacto litológico de las facies de filitas paleozoicas y de dolomías mesozoicas en una zona muy fallada, tanto a escala local como en el ámbito regional entre las grandes fallas de Alifraga y de Sierra Almagrera. Aunque la morfología de la mina de Pilar de Jaravías es diferente de las minas de Herrerías y de Sierra Almagrera, tiene muchos factores petrológicos y estructurales comunes, como: (1) abundancia de siderita, barita, sulfuros, óxidos de hierro y manganeso, etc..., (2) proximidad de rocas volcánicas de tipo shoshonítico, (3) estructuras filonianas subverticales, (4) asociación a fallas, etc.. La

mina de Pilar de Jaravías se formó al producirse inyecciones hidrotermales a través de un sistema de fallas asociadas al propio contacto filita-dolomía. En la misma mina, existen varios tipos diferentes de mineralizaciones hidrotermales filonianas con multitud de secuencias y pulsaciones temporales. Las más evidentes son las siguientes:

(a) emplazamiento de masas de oxi-hidróxidos de hierro y manganeso

dentro de las dolomías regionales, con formación de siderita por reacción con la dolomía encajante y karstificación en los núcleos, es decir formación de huecos dentro de las masas minerales de hierro, probablemente, porque los hidróxidos (limonitas) son muy alterables, este proceso explicaría la formación de los huecos previos que posteriormente serán rellenos por cristales anhedrales de yeso (nódulos) o tapizados por cristales euhedrales de yeso (geodas).

(b) emplazamiento de masas de baritas con morfologías filonianas, este detalle de la mina de Pilar de Jaravías es muy interesante porque se puede correlacionar con las inmensas masas de baritas volcano-sedimentarias de la próxima cuenca de Herrerías, estrechamente ligadas a las shoshonitas volcánicas fisurales de la falla Alifraga.

(c) emplazamiento de sulfuros y sulfosales sincrónicas con la barita.

(d) emplazamiento de formaciones aciculares de celestina depositadas en bordes de fisuras abiertas.

(e) relleno de fisuras y cavidades por masas de yesos sacaroideos y yesos especulares fosilizando delicadamente las texturas aciculares de celestina.

(f) alteración de sulfuros de cobertera con formación subsiguiente de yesos fibrosos en fisuras centimétricas.



Figura 3.- Instalaciones mineras: hornos de tostación del mineral de hierro. Al fondo el mar.

(g) emisión de vapores de mercurio y deposición sobre y dentro de los cristales de yeso.

El origen geológico de la geoda de macrocristales de yeso

Primera fase

Para explicar como se ha formado la geoda hay que empezar por la karstificación de las masas de rocas carbonatadas (dolomías) que forman la sierra del Aguilón de Pulpí. En este caso, además, hay que añadir unas inyecciones hidrotermales (volcánicas) previas de óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso intruidas dentro de las propias dolomías encajantes. Esta acción hidrotermal previa ha preestablecido bastante la karstificación posterior porque la zonificación de las masas de hierro implica paredes resistentes de óxidos de hierro (goethita) y núcleos alterables de hidróxidos de hierro (limonitas) que desaparecen después.

Segunda fase

Explicación de cómo cristalizan los cristales de yeso tapizando o rellenando las cavidades. Lógicamente, el tamaño, limpieza y perfección de los cristales de yeso requiere explicaciones congruentes con el entorno geológico que los rodea y, donde, además, se han formado. Sin embargo, los primeros intentos de asignación de un origen simple volcánico o sedimentario son frustrantes por muchas razones: (a) las rocas volcánicas shoshonitas están a unos kilómetros de la mina, (b) la mineralización hidrotermal de hierro es de tipo brecha explosiva, (c) los cristales de yeso son extraordinariamente delicados, frágiles, hidratados como para soportar similares condiciones volcánicas, (d) no se parecen nada a los yesos sedimentarios, ni por textura, ni por paragénesis, ni por hábito, existen escasos precedentes mundiales en sedimentos de algo parecido. Por otra parte, la ubicación geográfica



Figura 4.- Detalles de los cristales de yeso dentro de la geoda, obsérvense puntas dobladas por los golpes con los cascos. (Dureza del yeso = 2).

y geológica de la geoda presenta bastante singularidades como (1) proximidad al mar, (2) mineralización de hierro en dolomías, (3) contacto filitas-dolomías, (4) zonas intensamente tectonizadas y falladas, (5) elevada actividad volcánica y sísmica, (6) cercanas aguas termales con presencia de sulfhídrico y SO_2 . Pues bien, todas ellas parecen haber sido necesarias para la formación de la geoda de yeso. Existe un modelo mixto volcano-sedimentario que podría explicar la formación de los cristales de yeso. La limpieza-

tamaño-perfección de los cristales implica formación en un medio fluido acuoso, tranquilo, con suficiente tiempo y aporte de nutrientes (sulfato y calcio), por debajo del nivel freático local. Un posible esquema genético de aguas calientes en pequeñas cuencas marinas costeras, calentadas por la actividad volcánica, coincide perfectamente con lo estudiado previamente en la cercana cuenca de Herrerías-Almagrera y de los Escullos (mordenitas en cenizas volcánicas formadas a $120^{\circ}C$). En el caso de Jaravías las shoshonitas



Figura 5.- La entrada a la geoda es muy angosta y hay que maniobrar metiendo el cuerpo entre los cristales.



Figura 6.- Ángel Romero, mineralogista de Almería, uno de los descubridores de la geoda, lleva 15 años explorando en el interior de la mina y la conoce a la perfección. Entrada a la geoda.

fisurales infrayacentes habrían actuado como motor de las aguas marinas creando un bucle freatomagmático que habría alimentado a la cavidad en forma de entrada-salida (elevada pureza de sulfato). Es decir, un medio de tipo fumarólico no muy diferente del pozo del Arteal de Herrerías donde en la actualidad existen aguas calientes emitiendo SO_2-H_2O . En todo caso, se es-

tán realizando estudios detallados de inclusiones fluidas e isótopos de azufre, oxígeno e hidrógeno para determinar con precisión el origen geológico de los cristales de yeso.

Hallazgo de la geoda

La presencia de cristales de yeso transparentes y perfectos en la mina de Carlos Martín de Pilar de Jaravías es conocida en la literatura desde principios de siglo, en los ejemplares presentes en museos nacionales, en el pueblo de Pulpí por sus exmineros y sobre todo, por los coleccionistas y vendedores de minerales que han frecuentado el interior de la mina. Aunque la mina cerró oficialmente en 1971, fue posteriormente abierta clandestinamente y explorada muchas veces. Hay que recordar que la ley de minas y las Delegaciones Provinciales de Minas prohíben expresamente el acceso a estas minas abandonadas por tratarse de sitios muy peligrosos, con pozos profundos y desprendimientos. En los últimos 15 años, los mineralogistas almerienses Ángel Romero y Manuel Guerrero acometieron una peligrosa exploración sistemática de la mina buscando minerales. En diciembre de 1999, Ángel Romero junto con Efrén Cuesta y otros compañeros del Grupo Mineralógico Madrileño cambiaron de lugar una es-

calera de madera para poder bajar a un pozo de escasa profundidad y acceder a un manchón blanco de cristales de yeso. Retiraron unas costras de roca para comprobar la continuidad del hueco, que efectivamente se prolongaba más allá de lo que la vista permitía alcanzar. Se subieron a la boca de la nueva cavidad y con gran complicación se fueron introduciendo entre los grandes cristales de yeso que impedían la entrada a la geoda. Volvieron el 1 de enero de 2000 y entraron definitivamente a la geoda de 9 metros de longitud por 2 metros de alto. Las reacciones humanas de los miembros del Grupo Mineralógico Madrileño que accedió a la geoda fueron muy variadas, moviéndose entre la codicia por los grandes cristales y la impotencia de poder preservar la geoda, unos optaron por callar, otros, por convencer infructuosamente a políticos de la necesidad de cuidar aquello. Gonzalo García García, Presidente del Grupo, no supo diferenciar entre una geoda destinada a ser arrancada para colecciones y un bellísimo Patrimonio Geológico destinado a ser protegido y disfrutado por la Humanidad. Prueba de ello, fue la edición de una página web que postulaba la incorporación de la geoda al mundo del coleccionismo mediante su explotación sistemática. Durante aquel período de tiempo, entre diciembre de 1999 y mayo de 2000, la situación era confusa, se entremezclaban sentimientos que iban desde la pura codicia por obtener cristales hasta mucho altruismo de cuidar un precioso patrimonio geológico. Finalmente, en mayo de 2000, Javier García-Guinea (Investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas), llamó por teléfono a Ángel Romero y Manuel Guerrero para que le facilitasen la entrada a la geoda junto con José María Calaforra (Profesor de Geología de la Universidad de Almería). Lógicamente, ambos funcionarios e investigadores, quedaron impresionados por la belleza, tamaño y perfección de la geoda y avisaron inmediatamente a la Guardia Civil, Ayuntamiento de Pulpí, Consejerías de la Junta de Andalucía y Presidencia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y solicitaron públicamente el inmediato cierre

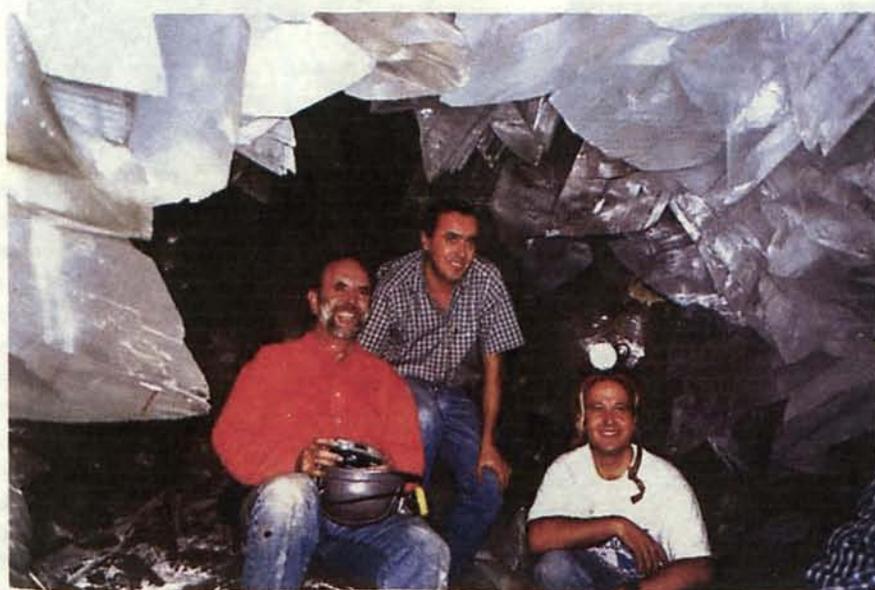


Figura 7.- Manuel Tena y otros técnicos durante un estudio de campo.

de la boca de la mina. Dentro de la mina quedaba encerrado un conjunto de grandes cristales transparentes de yeso y bloqueadas las expectativas comerciales de algunos miembros del Grupo Mineralógico Madrileño, que no tardaron en expresar públicamente su frustración a través de los medios de comunicación.

Impacto en los medios de comunicación, primeras actuaciones y proyectos

Parte de los informes de los funcionarios (Drs. García-Guinea y Calaforra) se filtraron a prensa (Portada de El País, 10 junio 2000) y se desencadenó la clásica secuencia informativa (TV Canal+, TVEI, TV2, Tele5, etc.), radios, revistas, etc.. La fuerza de las fotos en color de la geoda de Pulpí era tan grande, que la BBC solicitó más información (BBC-radio y BBC-Web). Inmediatamente después, se produjo un aluvión de peticiones de imágenes, algunas otras también de ampliación de texto, por ejemplo National Geographic, Dallas Morning News, Geoscientist de la Geological Society Inglesa, Sciences et Avenir, Today's Science on File, Le Figaro Magazine, Science, etc., y por supuesto, revistas nacionales y prensa local, Pronto, Hola, Voz de Almería, etc.

Desde el primer momento, hubo una perfecta coordinación entre las autoridades municipales de Pulpí y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Los primeros, para sellar la entrada de la mina de Pilar de Jaravías y para vigilar la integridad de la geoda. Los segundos, para iniciar estudios técnicos y científicos, que avanzan en tres líneas de actuación:

- Estudio de las vías de acceso a la geoda.- Las autoridades mineras de Andalucía, tanto las locales de la Delegación de Minas de Almería, como las de la Consejería de Industria en Sevilla están evaluando (junto con diferentes empresas mineras) las posibilidades de un futuro acceso turístico. Sin embargo, había que tener en cuenta la situación real de los accesos: (a) entrada bloqueada con toneladas de tie-

rra pendiente de ser sustituida por una puerta blindada de acero, (b) recorrido muy peligroso con muchos pozos, desprendimientos, entibados inestables y vibraciones del ferrocarril, que pasa justo por encima y de las voladuras de la cantera de áridos contigua, (c) otros detalles, como ley en contra, entrar en propiedad privada y vigilada, arriesgar la integridad de los cristales de yeso. Ante esta situación, y solo para el acceso limitado de los técnicos, existen dos posturas, una mas segura y costosa que implica mejorar entibados y accesos para ir asegurando progresivamente la entrada y otra más sencilla, que es trabajar con técnicos que sean absolutamente conscientes de que están arriesgando su vida de forma voluntaria y gratuita. En todo caso, se baraja un amplio abanico de soluciones muy diferentes, que básicamente podrían ser:

- (1) Reforzar los accesos antiguos: Ventajas: (a) visita larga a través de túneles y escaleras con posible exposición minero-mineralógica subterránea, (b) preserva las condiciones ambientales de la geoda (humedad y temperatura). Inconvenientes: (a) muchos trabajos interior-mina de refuerzo de accesos, (b) más costosa.

- (2) Taladro de un pozo vertical de acceso directo a la geoda: Ventajas: (a) más barato, (b) más seguro. Inconvenientes: (a) podría alterar las condiciones medioambientales de la geoda, (b) es difícil perforar en hueco previo, (c) turísticamente, sería un acceso aburrido.

- (3) Trasmisión electrónica por televisión de las imágenes mediante cable: Ventajas: Muy barato, y muy seguro, tanto para turistas como para los cristales de la geoda. Inconvenientes: Todo el mundo prefiere las observaciones directas en lugar de imágenes por monitores o pantallas.

- (4) Traslado de la geoda: Técnicamente se podría realizar un traslado faraónico con maquinaria pesada, pero eso, destruiría el Patrimonio Arquitectónico Minero de superficie (construcciones) protegido por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

- (5) Traslado y reconstrucción de los cristales: El yeso es extremadamente exfoliable según su cara (010), es muy blando (2 en la escala de Mohs) y está hidratado (dos moléculas de agua), eso, prácticamente implica que su reconstrucción exterior, necesariamente sería una chapuza. Por otra parte, el yeso solo sería estable en condiciones de humedad relativa aproximadas entre 65 y 74 por ciento.



Figura 8.- Tareas de medición (tamaño, humedad, etc...) en Mayo de 2000, justo antes de aconsejar el cierre para evitar el saqueo de los cristales. Personas: Paula López Arce, Angel Romero (descubridor de la entrada) y Jose M^a Calaforra, midiendo la cavidad.

- El estudio geológico sobre el origen de la geoda ha sido dirigido por el Dr. García-Guinea, Director del Departamento de Geología del Museo Nacional de Ciencias Naturales (perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas), junto con una serie de investigadores de las Universidades de Almería, Leeds, Granada, Salamanca, Complutense y Centros de Investigación (CENIM-CSIC, ICYV-CSIC, CIEMAT, IGME). Se están realizando análisis tanto de los yesos (fibrosos, sacaroides y especulares) como de las rocas y minerales de la mina de Pilar de Jaravías para determinar las condiciones de formación de los cristales de yeso de la geoda. Análisis de las muestras por fluorescencia de rayos X, ICP-masas, isótopos estables (C, O, S, H, Cl), inclusiones fluidas, microscopías, termodifracción óptica de rayos X, etc.
- El estudio micro-climático de la geoda, cavidades y galerías ha si-

do dirigido por el Dr. Calaforra, Profesor de Geología del Departamento de Hidrogeología y Química Analítica de la Universidad de Almería. El trabajo consiste en controlar la dinámica de multitud de parámetros dentro de la mina, por ejemplo: (a) temperatura con sensores térmicos que acumulan datos (data-logger) durante largos periodos, (b) higrómetros que acumulan medidas de humedades relativas de la misma forma, (c) detectores de gases (CO_2 , radón, etc..), (d) intensidad de iluminación, (e) detectores de presencia, etc... Al igual que con las pinturas rupestres de la Cueva de Altamira en Santillana del Mar (Santander), nos encontramos con un objeto (cristales de yeso) sensibles a posibles variaciones de humedad, temperatura y microbiológicas inducidas antrópicamente por las visitas turísticas que deben ser controladas.

La limpieza de la geoda se ha realizado bajo la responsabilidad de los mineralogistas Ángel Romero y Manuel Gutiérrez. La geoda presenta tres extracciones de grandes cristales efectuadas mediante taladro antes de que su acceso se limitara por las autoridades competentes. Las extracciones generaron una gran cantidad de fragmentos de cristales de yeso y polvo que actualmente se encuentran en su interior. Las visitas sufridas han deteriorado algunos cristales que requieren una restauración por especialistas mineralogistas.

La topografía de las galerías mineras adyacentes a la geoda se ha coordinado por el Espeleo-Club Almería. Debido a que no existen planos completos del estado actual de la explotación en la mina, se está realizando una detallada topografía en 3D de las galerías de acceso a la geoda. El plano servirá tanto para determinar su situación como la de posibles huecos minero adyacentes que puedan suponer cierto peligro para su visita.



Figura9.- Panorámica de los cristales de yeso dentro de la cavidad.