

EL HORCAJO

Paraíso de los fosfatos.

Panorama del Pozo "Argentino" de las minas del Horcajo en 1895. Junto al soberbio castillete de mampostería se encuentran las instalaciones de desagüe de la mina, de gran avance técnico en su momento. Comparando esta imagen con la de la página 32 y siguientes, es fácil valorar la pérdida patrimonial tan grande que se ha producido en este distrito minero. Si no fuera por la elocuencia de estas fotos antiguas, sería difícil creer, a la vista de lo que hoy queda en pie, la importancia que tuvo y el esplendoroso poblado que se organizó a su alrededor. Reproduciendo las palabras de F. Gutiérrez Guzmán en su obra "Las minas de Linares", el contraste entre las fotos pone a prueba la sensibilidad del lector. Foto: "Recuerdo del Horcajo", cedido por M. Morales.



*Geología del yacimiento de uno de los plomos más argentíferos:
Pliegue hercínico de eje vertical. Trinchera del túnel del Horcajo.*



*Historia minera tecnológicamente puntera en el desagüe:
Central eléctrica (dinamo) de suministro eléctrico al pueblo.*



*Extraordinarias piromorfitas y otros fosfatos:
Cristal aislado de piromorfita sobre goethita.*

EL HORCAJO

LAS PIROMORFITAS MÁS FAMOSAS DEL MUNDO

Autores: Borja SÁINZ DE BARANDA(*). Fernando J. PALERO (*). Gonzalo GARCÍA (*)

(*) Consejo de Redacción de BOCAMINA

INTRODUCCIÓN

POCAS minas cuentan en nuestro país con una larga tradición en la producción de ejemplares minerales de colección y con el estatus de famosa a nivel mundial. Sin duda, una de las más conocidas y apreciadas por los coleccionistas es El Horcajo, tanto por la producción histórica de piromorfitas y platas nativas que adornan las vitrinas de coleccionistas y museos de todo el mundo, como por la amplia variedad de fosfatos cristalizados encontrados en la última década, y especialmente liga-

dos estos últimos a las obras de construcción del túnel del tren de alta velocidad (AVE) Madrid-Sevilla.

En su época de mayor esplendor, a caballo entre los siglos XIX y XX, las minas de El Horcajo se situaron entre las más importantes del distrito del Valle de Alcudia, y posiblemente entre las más productivas de España por su alta ley en plata, llegando a movilizar la inversión de grandes capitales que hicieron de estas minas un ejemplo de modernidad y desarrollo minero en un momento en que la minería del plomo atravesaba fuertes fluctuaciones por la gran competencia de distritos tan emblemáticos

como el cercano Linares-La Carolina, Cartagena-La Unión o la Sierra Almagrera.

En aquellos momentos de fiebre minera, el poblado de El Horcajo se había convertido en una pequeña ciudad con más de 4.500 habitantes en su haber, dotado de escuelas, hospitales, talleres, farmacia, una cooperativa de consumo y sociedades de socorro y recreativas (instaladas por la Sociedad Minero Metalúrgica del Horcajo), fundiciones y una magnífica iglesia que destacaba en el centro de la urbe. La llegada del ferrocarril en el año 1907 mejoró notablemente el transporte del mineral, si bien no pudo evi-



Panorama de las minas del Horcajo antes de iniciarse las obras del tren de alta velocidad. Lo más significativo de la imagen es la ya desaparecida chimenea de ladrillo de una de las máquinas de vapor asociada al avanzado sistema de desagüe del Pozo "Argentino", cuyo bello brocal de mampostería se erige un poco más al fondo.
Foto: F. Palero, octubre de 1986.

tar que la explotación pronto entrase en una fase de decadencia de la que ya no se repondría.

Actualmente, la visita al antiguo centro minero de El Horcajo sigue impresionando al viajero. Con las ruinas de la iglesia, los pozos “Argentino”, “San Juan” y “Malacate”, las ya arrasadas casas de los mineros y el gran volumen de escombreras que rodea las ruinas del poblado, es difícil abstraerse a un sentimiento de nostalgia por los tiempos pasados en los que soberbios ejemplares de piro-morfita y plata nativa (los mejores de España en su momento) salían de las entrañas de la tierra en tal abundancia que, según el decir de los hijos y nietos de los mineros, se empleaban, los primeros, como sustitutivo de la hierba en los belenes navideños, y los segundos, para pagar las copas de los mineros en las cantinas y bares del pueblo. Como consuelo, aún es posible encontrar en las viejas escombreras ejemplares bien cristalizados de una decena de minerales, si bien ten-

dremos que anteponer belleza y perfección a tamaño para salir satisfechos de nuestra búsqueda.

LOCALIZACIÓN

El yacimiento de El Horcajo se sitúa en el paraje del mismo nombre, al sur del término municipal de Almodóvar del Campo, entre las sierras de Torneros y El Nacedero, que son la prolongación occidental de Sierra Madrona. Este paraje se halla en el extremo SO de la hoja 835, Brazatortas, y las coordenadas U.T.M. de referencia serían: X: 374625 ; Y: 4264075.

El acceso a la mina se realiza desde la carretera N-420, de la que parte, en el km 115,250, una pista hacia el Oeste que conduce a la antigua aldea minera de El Horcajo. También se puede acceder por una pista que parte en el km 116, justamente al finalizar la bajada del puerto Niefla, y que lleva al antiguo túnel del ferrocarril de Puertollano a Peñarroya, el cual ha sido

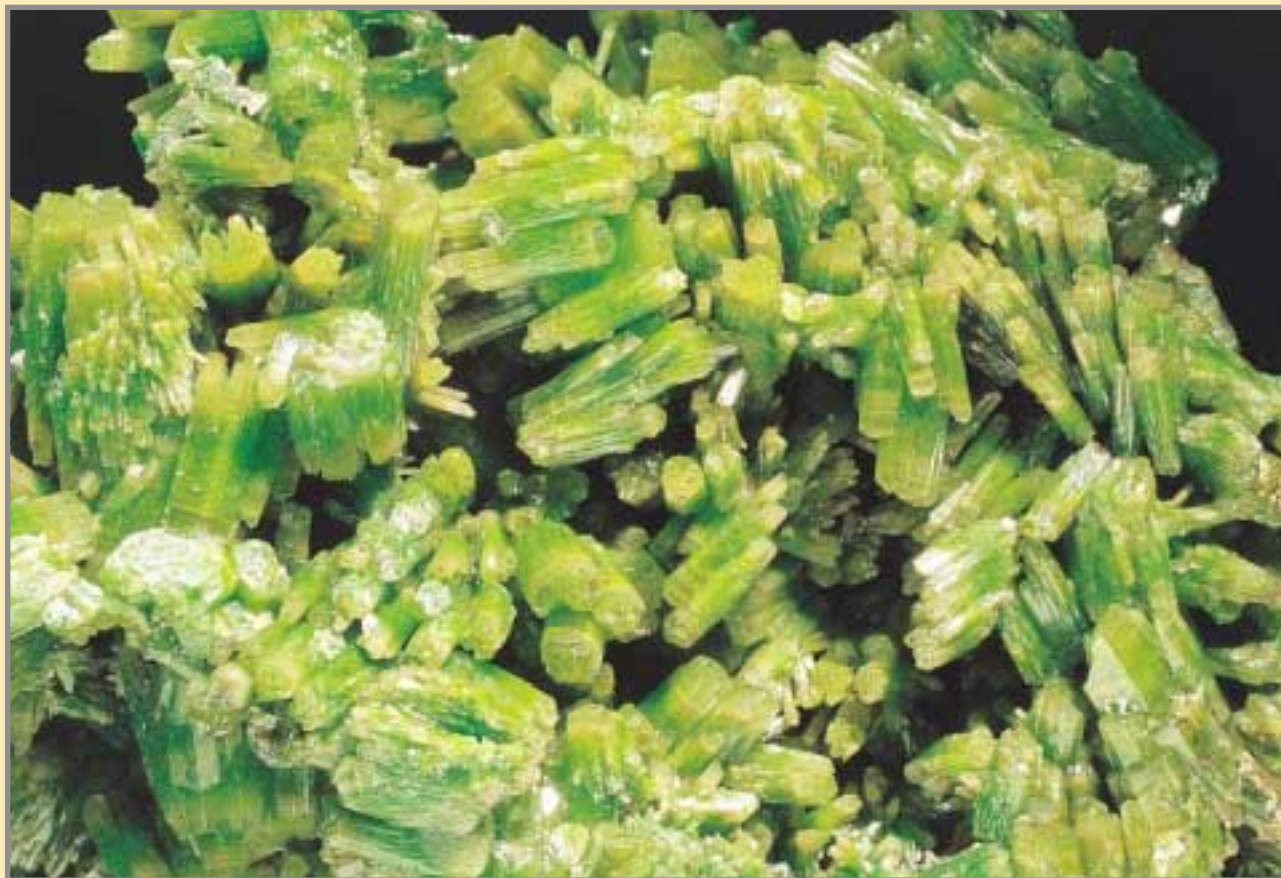
ABSTRACT

Only a few mines deserve the label of “world-wide famous locality” for their production of mineral samples for collectors. In our country, no doubt one of the most appreciated and well known for all collectors is El Horcajo. The historic production of pyromorphite and native silver is well represented in all major museums around the world. In the last decade, and due to the major infrastructure construction of the Madrid - Sevilla high velocity train, a great variety of crystallized phosphates have been found.

acondicionado para acceso a la aldea de El Horcajo tras las obras del AVE.

HISTORIA

La historia minera de El Horcajo comienza a mediados del siglo XIX, concretamente en 1858, cuando son denun-

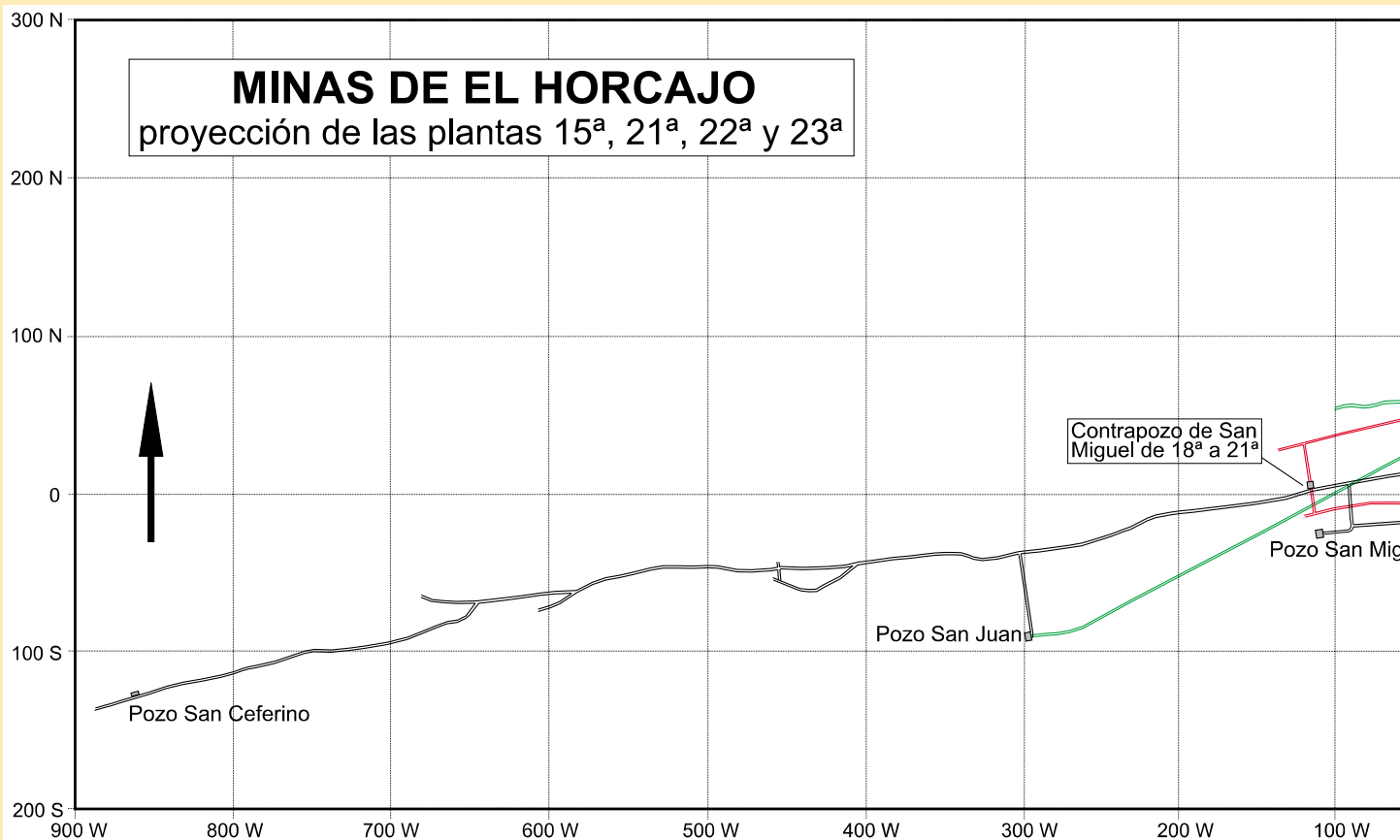


Drusa de cristales de piro-morfita. Encuadre: 10 cm. Colección: Folch. Foto: J. M. Sanchis.

EL HORCAJO



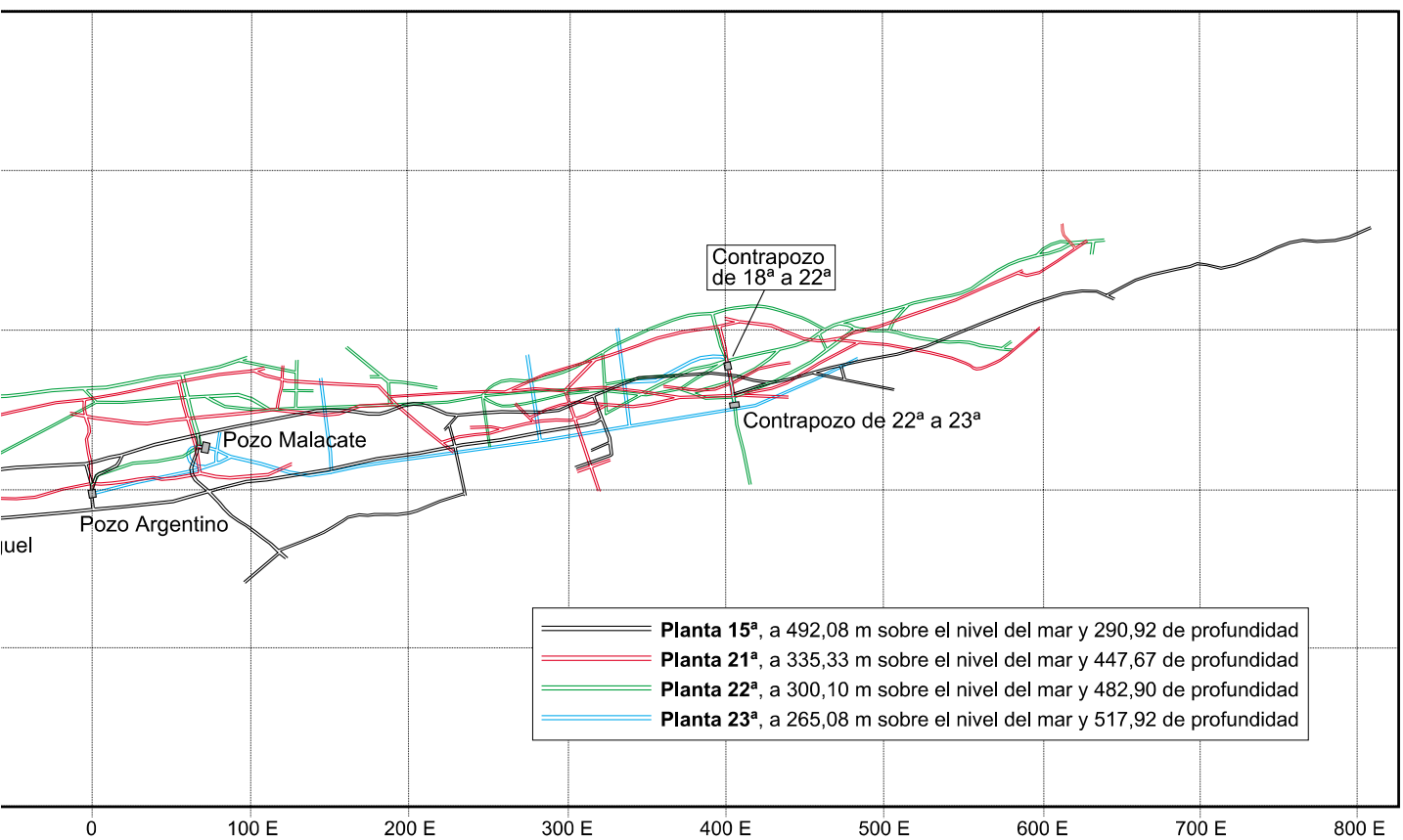
Evocadora imagen de las minas del Horcajo en septiembre de 1895. Todo lo que se observa es el desarrollo minero y poblacional que se extendía a lo largo del filón de galena argentífera. En la parte inferior se dispone la vista en planta del filón, con sus diversos pozos. En el año de la foto, El Horcajo tenía una población de 4.500 habitantes (el documento original aclara que se encontraba trabajando en la planta 16, a 360 metros de profundidad, y afrontaba grandes dificultades de desagüe. El informe inédito de un estudiante en prácticas de la Escuela de Minas). Foto: Documento "Recuerdo del Horcajo", cedido por M. Morales.



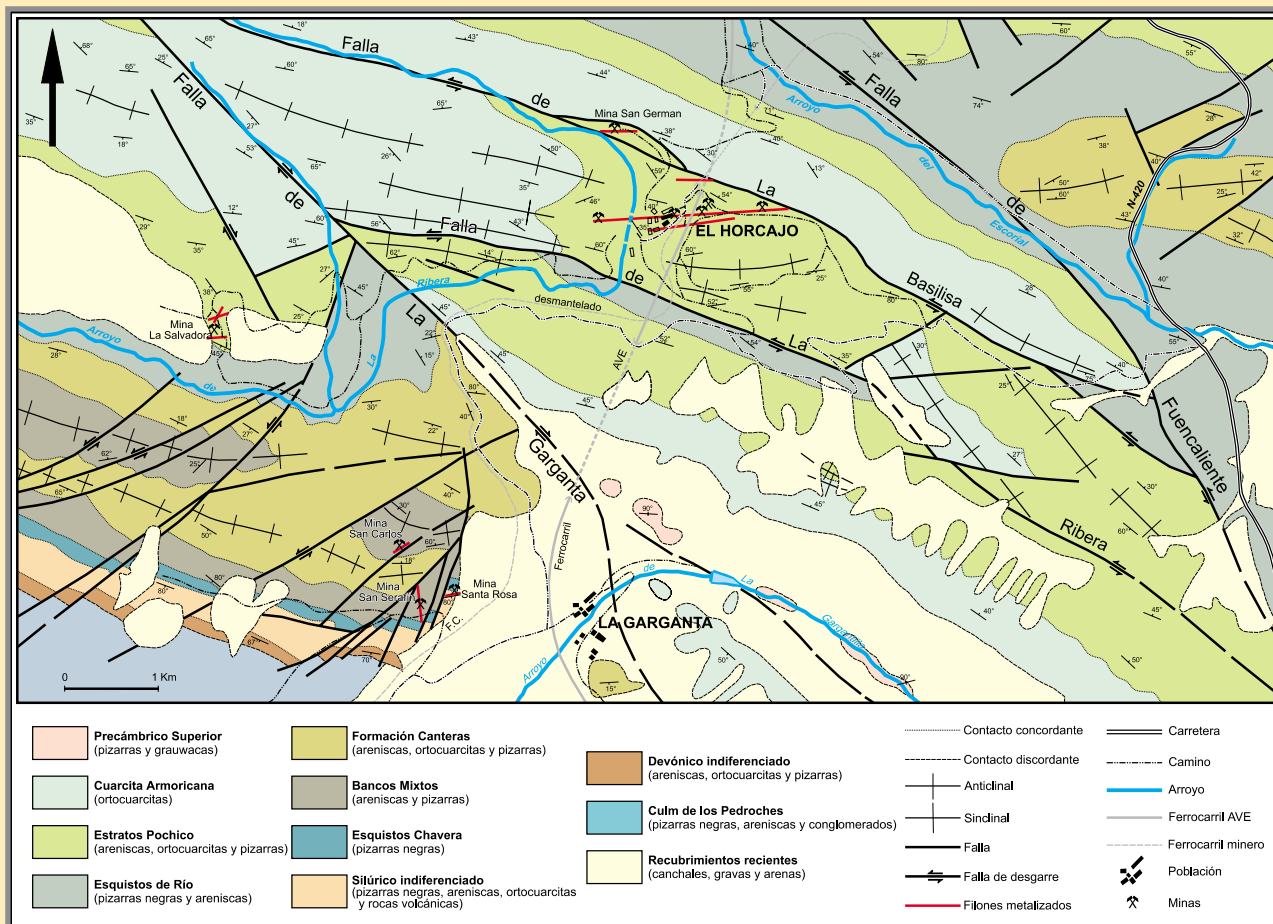
EL HORCAJO



Las labores se extienden en dirección Este-Oeste, con diversos pozos alineados sobre toda la corrida del filón. En primer término se observan las terrazas estériles del lavado de mineral que "se albergan todos en casas", y se disponía de iglesia, dos escuelas para niños y una clase de adultos, luz eléctrica, farmacia y un pequeño hospital. En ese año de 1895 la mina se de Madrid escrito un año antes a la fecha de la foto, explica cómo a poniente del Pozo Malacate aparecía la piromorfita, y a levante del mismo, la plata nativa.



EL HORCAJO



Trinchera del túnel nuevo del Horcajo. Cuña tectónica en los Estratos Pochico (Ordovícico Inferior). Foto: F. Palero.

ciadas las primeras concesiones de El Horcajo por el ingeniero de minas Juan Inza, en base a unos interesantes afloramientos filonianos. Posiblemente el descubrimiento de estas minas fue tan casual como la mayoría de los que se realizaron en el siglo que nos ocupa, si bien es posible que ya existieran algu-



Trabajos de recuperación del socavón de la mina "Salvadora" a cargo de Minas de Almadén, en 1985. Foto: F. Palero.

nas pequeñas labores o prospecciones romanas, tan abundantes en todo el sector del Valle de Alcudia. La primera mina registrada fue "María del Pilar".

En aquella época en que se hicieron los primeros registros "no existía ni una casa, ni un chozo, ni el más rústico albergue en aquellas montuo-



Pequeño cristal de piromorfito de espléndido color. Tamaño: 1 mm. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.

sas y casi inaccesibles escabrosidades que apenas había hollado planta humana" (Avecilla, 1878).

En el año 1859 comienza la producción a pequeña escala de mineral de plomo argentífero, con un volumen extraído en los primeros cuatro años de 1227,45 quintales de mineral. En



Ruinas de la iglesia y antiguo hospital de El Horcajo. Foto: F. Palero, 2003.

los dos años siguientes la producción aumentó a un total de 6.975 quintales, con una ley de plomo del 60 a 62 %, y una cantidad de plata de 5 onzas con 59 céntimos por quintal de mineral.

En el año de 1863, se acomete el desagüe con máquinas de vapor en El Horcajo (Quirós, 1969), mientras otras minas del distrito eran abandonadas por falta de medios mecánicos y elevados costes de transporte del mineral, dada la deficiente red de comunicaciones y muy especialmente la ausencia de ferrocarril que diera salida a los productos obtenidos. La elevada ley en plata de los plomos de El Horcajo permitía entonces una producción con regularidad, que únicamente era igualada en todo el sector del Valle de Alcudia por las minas de Villagutiérrez.

En 1865, Juan Inza vende las concesiones y minas a Ceferino Avecilla, quien pone al ingeniero Alfonso Piquet al frente de la explotación en

1866, y más tarde Federico Remfry retoma la dirección, de quien se tienen datos estadísticos de producciones, costes, etc. En este año, trabajan unos 260 hombres en mina, talleres y edificios, empleándose de 40 a 50 caballerías en transportar el mineral a la estación de Veredas, situada a 28 km. En 1870 se constituye la Compañía comandataria denominada “La Minería Española”, de la que fue director Ceferino Avecilla. Con dicha compañía se aumenta el número de concesiones, se instalan nuevas máquinas de vapor de gran potencia y se incrementa notablemente la producción, alcanzándose en 1875 las 2.403 t de galena. Igualmente el transporte de mercancías entre Veredas y las minas creció grandemente, siendo esta una penosa actividad que debía hacerse con caballerías y carros por caminos en malas condiciones. Evidentemente, el transporte del mineral suponía no sólo un importante esfuerzo econó-

Entre los siglos XIX y XX las minas de El Horcajo se situaron entre las más importantes del distrito del Valle de Alcudia y fueron un ejemplo de modernidad.

mico, sino humano. Según Quirós (1969), en el año 1877 se empleaban diariamente un total de 85 hombres y 290 caballerías.

El poblado que se había ido estableciendo alrededor de las explotaciones también había crecido y en 1877 vivían en él 1.984 personas. En ese año la producción de minerales llegó a 3.320 t, con una ley media en plomo del 70 % y unos 350-400 gramos de plata.

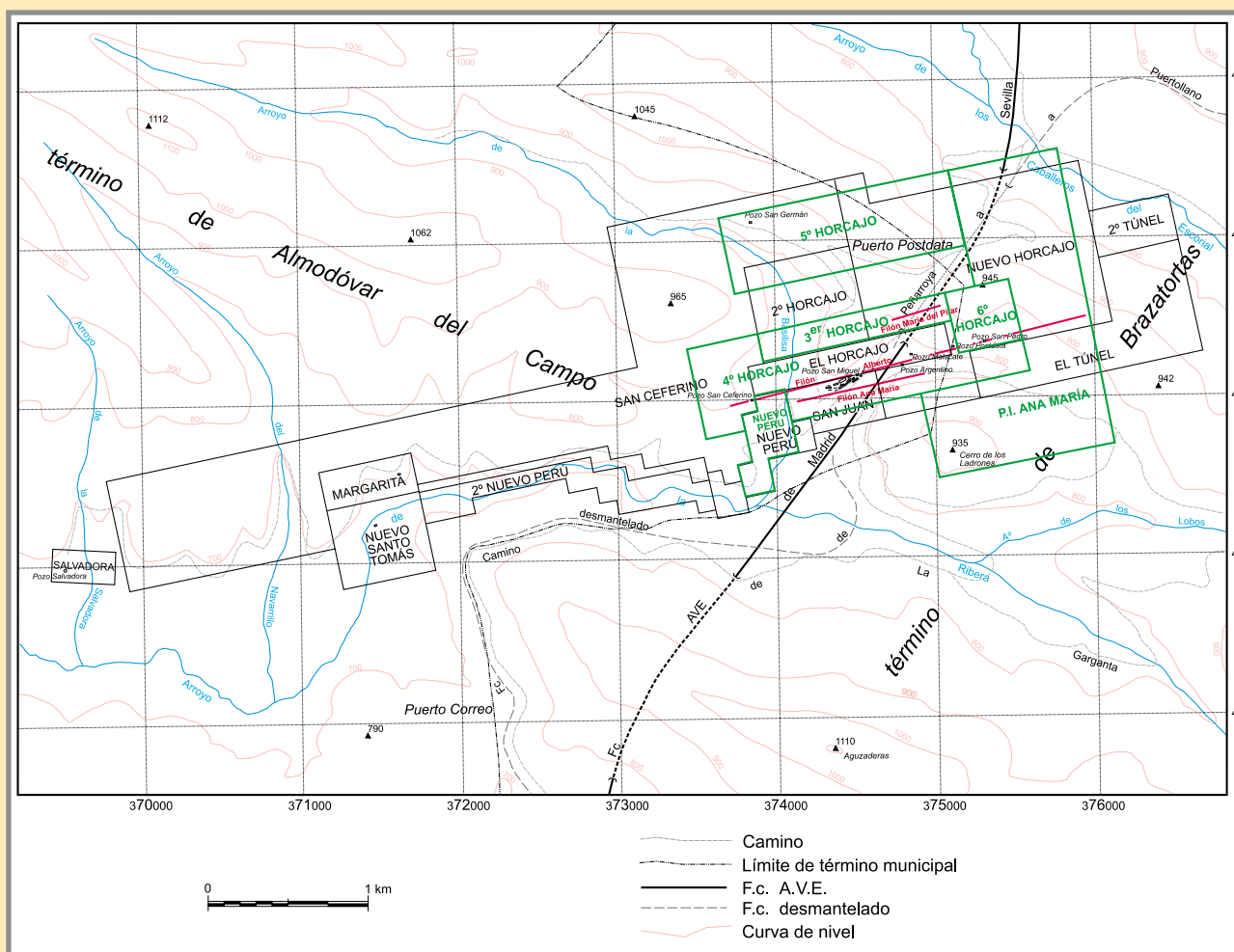
A medida que se avanzó en la explotación de los filones, se vio la necesidad de reemplazar y ampliar las antiguas concesiones con las más recientes, quedando a mediados de 1877 las concesiones tal y como se refleja en la figura adjunta.

En esta época se explotan los filones principales “San Alberto” y “Ana María”, este último desde el año 1872 (Piquet, 1876). Destaca por su interés el Informe presentado por Ceferino Avecilla como director de las minas en el año 1878, donde se expresan las siguientes muestras presentadas procedentes del filón “Ana María”: 18 de plata nativa (“varias especies”, sic), 1 de cristalización de fosfato de plomo y 4 de galena cristalizada.

En 1873 eran seis los filones principales en explotación, destacando “San Alberto” (o “Nuevo Perú”), “Ana María”, “Paralelo” y “San Germán” (Piquet, 1876). La potencia del filón principal era en esa época de 0,7 metros, aunque en algunas zonas podía alcanzar 4,5 metros de espesor, especialmente al oeste del Pozo “Argentino”.

Según el mismo autor, la mayor ley en plata se obtuvo a unos 80 metros de profundidad, disminuyendo después para volver a aumentar a partir de los 105 metros.

EL HORCAJO



Esquema de las concesiones mineras de El Horcajo a finales del siglo XIX (en negro) y a mediados del siglo XX (en verde).

Es muy notable indicar que gran parte de la plata extraída era en forma de plata nativa, que habitualmente se presentaba con hábito capilar sobre cristales de galena en las geodas del filón.

El desagüe siempre fue un problema sustancial en las minas de El Horcajo. En el año 1876 había instaladas un total de 10 máquinas de vapor, de las que dos, con 70 caballos, se empleaban exclusivamente en el desagüe, frente a 5 en la extracción de mineral, 2 en el taller de lavado y una en el taller mecánico. El carbón consumido por estas máquinas se traía de Peñarroya (en el año 1874 el consumo fue de 2.612 t), y la madera para el entibado, de Portugal (Quiros, 1969). El interior de las galerías era recorrido por un ferrocarril que transportaba el mineral hasta el pozo de extracción, de donde partían nuevamente las vagones por el ferrocarril exterior hasta el lavadero.

En 1882 se hace cargo de la propiedad de las minas el Banco de Pa-

rís, que crea la Sociedad Minero Metalúrgica del Horcajo para la explotación. Cuatro años más tarde la producción aumenta a 3.500 toneladas de mineral, y en 1889 se eleva hasta las 8.188 toneladas, gracias en parte a la entrada de la perforación mecánica desde 1887.

En la última década del siglo XIX se registra el momento de mayor producción en El Horcajo.

El 25 de marzo de 1899 se produjo un lamentable incendio en el Pozo "San Juan". Era Sábado Santo y se había aprovechado la parada de extracción para hacer algunos arreglos en el guionaje del pozo en su planta 9ª. Parece ser que, por accidente, un carbuero prendió la madera en el mismo lugar donde se encontraban los operarios, y a las 2 de la tarde se marcharon al exterior creyendo haberlo extinguido para preparar una traviesa que habían de colocar en esa 9ª planta. Cuando a las 5 de la tarde quisieron coger la jaula, el fuego, que evi-

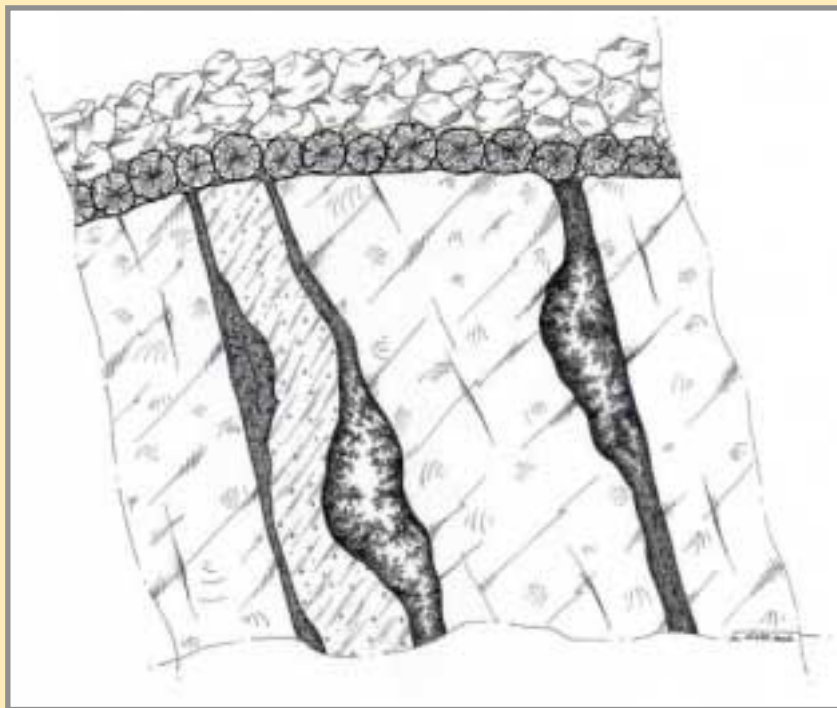
dentemente no había sido bien apagado, había adquirido unas proporciones alarmantes. A 180 metros desde el brocal, la 9ª planta se veía con una corona de fuego. De poco sirvió arrojar todo el agua disponible del lavadero por la caña del pozo, ya que fragmentos de madera incendiada cayeron propagando el fuego en otros puntos del pozo. Las plantas 7ª, 15ª, 16ª, 17ª y 18ª se llenaron de humo, pero con el calor del incendio se invirtió el sentido de circulación del aire y el Pozo "San Juan" funcionó como pozo de salida, convirtiéndose en una inmensa chimenea en llamas. En menos de 3 horas ardió todo el maderamen del pozo, que de sus 380 metros estaba entibado en toda su longitud, con sólo algunos tramos de mampostería. Una de las jaulas se precipitó al fondo y en la caldera del pozo se formó una columna de 70 metros de escombros. Los arreglos del desastre ocuparon diez meses de trabajos, y además hubo que lamentar un accidente con vícti-

6 Durante una maniobra, la jaula contrapeso se quedó trabada, y al acumularse sobre ella el peso del cable, cayó como un cuerpo libre un recorrido de 300 metros, impactando brutalmente contra el tablado.

mas durante su realización. Estaban los albañiles entre las plantas 17ª y 18ª trabajando en el nuevo revestimiento de mampostería, protegidos y aislados por un tablado en el que había situado un torno para suministro de materiales. En una maniobra, la jaula contrapeso se quedó trabada, y al acumularse sobre ella el peso del cable, cayó como un cuerpo libre un recorrido de 300 metros, impactando brutalmente contra el tablado y provocando la muerte a los torneros y a 4 albañiles.

Pese a estos penosos avatares, la producción de mineral continuó a buen ritmo y en 1903 se consiguió alcanzar el máximo histórico, con 13.423 t de galena, con una plantilla de 920 obreros.

En 1904 las minas pasan a ser propiedad de la “Sociedad Minero Metalúrgica del Horcajo”. Sin embargo, debido a los importantes problemas de achique del agua, con caudales de más de 10.000 metros cúbicos de agua por día a profundidades superiores a los 500 metros (Libro del Centenario Peñarroya-España, 1984), e incapaz la nueva Sociedad de acometer el desafío por falta de medios técnicos, toma a su cargo la responsabilidad de las minas la “Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya”, instalando las primeras bombas centrifugas de gran potencia. Como consecuencia, se constituye la “Nueva Sociedad de las Minas de Horcajo”, con un capital social de 1.400.000 pesetas, con la mayoría del accionariado controlado por la SMMP (1.431 títulos de las 2.800 acciones totales). De esta forma, la SMMP, que ya controlaba explotaciones de plomo y zinc en otras zonas



Frente del filón “San Alberto” en el Piso 15, a 50 metros al oeste del Pozo “San Miguel”, según un esquema real presentado en una Memoria de Laboreo por el estudiante en prácticas Hilario Hervada (1894). La piro-morfita (igual que la plata nativa), aparecía en este punto en 3 ramas de diferente potencia acompañada de una arcilla llamada por los mineros “calichón”. Los hastiales estaban compuestos por un cuarzo gris oscuro, y la mineralización consistía exclusivamente en piro-morfita sin galena (las geodas se han idealizado, no tienen representación en el informe original). Dibujo: Martín Oliete.



Cristales de piro-morfita de 1 cm de arista sobre plumbogummite, obtenidos en la escombrera a comienzos de los años 90. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.

EL HORCAJO



Vía exterior y plano inclinado. Había una línea férrea que unía los diversos pozos de extracción, y servía para conducir los minerales desde ellos al plano inclinado. El transporte se hacía en vagones de hierro arrastrados por pequeñas locomotoras de 8 caballos de fuerza cada una. A la terminación de esta vía había un plano inclinado de 103 metros de longitud con un desnivel de 25 metros, por donde se transportaban los minerales hasta el lavadero de tierras pobres.



Lavadero Malacate. Fue construido por Leopoldo Meyer el año 1889. Estaba destinado a lavar el mineral rico, estriado por los operarios en la mina. Podía dar lavadas 30 toneladas de mineral por día. Tenía un trómel y 14 cribas mecánicas, movidas por una máquina de vapor de 15 caballos de fuerza. Había en él también un secadero de vapor para los lodos, utilizando para este objeto el vapor que sobraba del Malacate. En este lavadero se recogía el 60 % del mineral total.



Lavadero de tierras pobres. Se empezó a construir el año 1875; notablemente reformado a partir de 1890, podía entonces considerarse como un lavadero modelo. Ocupaba una superficie de 7.000 metros cuadrados, trabajaban en él 300 operarios y podía lavar 300 toneladas de mineral al día. Utilizaba el agua de la mina, recogida y sedimentada en grandes depósitos. También contaba con un pequeño taller mecánico, para las reparaciones necesarias en este servicio. En este edificio hubo un laboratorio muy bien montado, para hacer el análisis de los minerales.



Instalación eléctrica. En este edificio había instalada una turbina de 20 caballos de fuerza que movía una dinamo sistema Derrossier, que suministraba el alumbrado a la población. Este edificio se conserva prácticamente intacto a día de hoy, y constituye un bien patrimonial a proteger como testimonio del centro minero del Horcajo.

TODAS LAS FOTOS PROCEDEN DE “Recuerdo del Horcajo”, cedido por M. Morales.

del Valle de Alcudia (minas “San Quintín”, “San Serafín”, etc.), entra a formar parte de la emblemática historia de El Horcajo.

Para solventar el problema del transporte, en 1907 se inauguró un ferrocarril de vía estrecha hasta Conquista, que enlazaba allí con el de Peñarroya a Fuente del Arco. Con esa línea se daba salida a los minerales hacia la fundición de metales de Peñarroya-Pueblonuevo y se facilitaba la llegada de carbón desde la ciudad cordobesa.

En 1909 se disuelve la Nueva Sociedad por problemas con el empobrecimiento de los filones, transfiriéndose a la Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya el activo y el pasivo de la misma, coincidiendo además con una baja cotización del plomo en el mercado (Quirós, 1969).

En esa época se demarcaban en El Horcajo un total de 19 concesiones, con una superficie de casi 1.000 Ha. El arranque se realizaba con aire comprimido, el antiguo sistema de desagüe con bombas Rittinger había sido sustituido por modernas bombas centrífugas eléctricas, y el laboreo y extracción de mineral eran en todo perfectos, lo que no hacía presagiar el negro destino que se avecinaba.

En el año 1911, cuando la explotación alcanzaba los 600 metros de profundidad con casi 1.000 obreros empleados en ella, cierran las minas en El Horcajo. El cierre de la explotación supuso el comienzo del abandono del importante poblado minero que se había ido creando. En el momento del cese de trabajos había en las minas 958 obreros, que quedaron reducidos a 155 para el

mantenimiento de las instalaciones. Todos los servicios que las empresas mineras habían creado en el poblado fueron quedando progresivamente abandonados.

Tendrían que pasar 40 años para que se volvieran a realizar trabajos en El Horcajo. En 1951 la Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya empezó a hacer investigaciones en un filón encontrado durante la construcción del túnel de la ampliación del ferrocarril desde El Horcajo a Puertollano. En 1955 comenzó la producción que se prolongó hasta 1961, habiendo sido arrendada la mina en 1959 a la Compañía Minera Beticomanchega.

Parece ser que la extensa investigación realizada entre los años 1961 y 1963 por la SMMP no concluyó con los resultados esperados para renta-

EL HORCAJO



Instalación de la máquina de desagüe en 1895, que se componía de 3 máquinas de vapor Compound, sistema Sulzer, que hacía funcionar 6 bombas compresoras de agua sistema Brant. Cada una de las máquinas podía desarrollar 380 caballos. El agua bajo presión era conducida por una fuerte tubería al fondo del pozo, a motores que activaban 2 bombas, las cuales subían de un golpe las aguas desde la profundidad de 300 metros hasta la boca del Pozo "Argentino". Estas máquinas empezaron a funcionar el 7 de septiembre de 1895.



Pozo "Argentino" e instalaciones. Es el primer pozo de desagüe. En 1895 tenía 320 metros de profundidad y en él se instaló la primera máquina de desagüe, que aún funcionaba en esa fecha y que se instaló en 1865. Era un sistema Cornwall de 50 caballos de fuerza que accionaba 7 bombas y extraía 1 m³ de agua por minuto. La instalación de la nueva máquina estaba inmediata a la anterior. Se componía de dos elegantes edificios, uno para las máquinas y el otro para las calderas. Entre los dos hay un castillete de más de 15 metros de alto, edificado sobre la boca del pozo. La chimenea tenía 40 metros de altura.



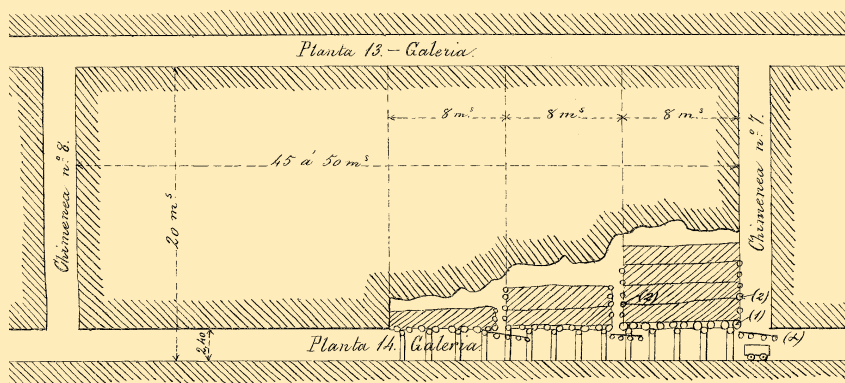
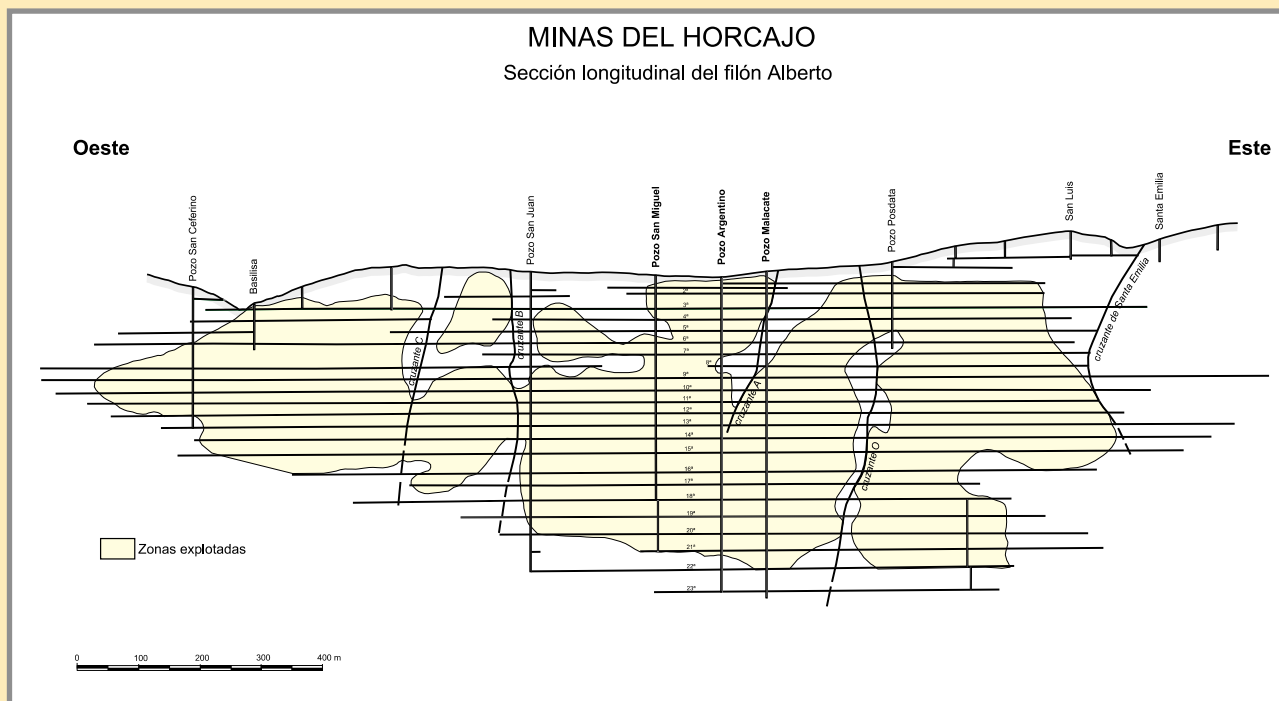
Pozo "Malacate". Llamado así porque antiguamente existía en él un malacate de fuerza animal con el que se extraían los minerales. En 1895 era pozo de extracción, con dos departamentos de jaulas y uno de escaleras. Tenía en esa fecha 300 metros de profundidad.



Pozos e instalaciones de "San Miguel". Pozo de desagüe, en 1895 tenía 350 metros de profundidad. Tenía una máquina Compound de desagüe a rotación, de 2 cilindros, construida en Bélgica e instalada en 1884, de 350 caballos de fuerza. Accionaba 4 bombas Rittinguer.



Extraordinarios cristales zonados de piromorfita, compuestos por prisma y pirámide. Encuadre de 1 cm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.



Esquema del método de explotación por testeros de macizos entre plantas. Fuente: Memoria del Horcajo, de Hilario Hervada (1894).

bilizar la explotación del distrito del Horcajo.

La producción total de estas minas ha sido del orden de 250.000 toneladas de concentrados de galena, con leyes del orden del 70 a 75 % de plomo y con 1,5 a 6 kg de Ag por tonelada.

A final de la década de los 1980 se inició la construcción del ferrocarril AVE de Madrid a Sevilla, pasando su trazado por mitad de lo que fueron las minas de El Horcajo. En esta zona, las condiciones del relieve obligaron a la construcción de dos importantes túneles y un gran viaducto, obras que afectaron sobremanera a las antiguas instalaciones mineras. Además grandes volúmenes de escombreras fueron utilizados como áridos en la obra y, más aún, una planta de clasificación continuó trabajando después del

final de la obra lineal. Como remate final, las “restauraciones” efectuadas tras la finalización de los trabajos relatados supusieron la destrucción de buena parte de un patrimonio minero que aun perduraba.

MINERIA

Como se ha indicado con anterioridad, los principales filones que se explotaron en El Horcajo fueron “San Alberto” y “Ana María”. Otros de menor importancia fueron “María del Pilar”, al Norte de la aldea de El Horcajo (cortado por las obras del túnel ferroviario de Puertollano a Peñarroya), y trabajado en una altura de 90 metros, así como el filón “San Germán”, al Noroeste de El Horcajo, al

que se accede por el camino que parte del cementerio. La mayoría son prácticamente paralelos, con direcciones muy próximas a N 70° E.

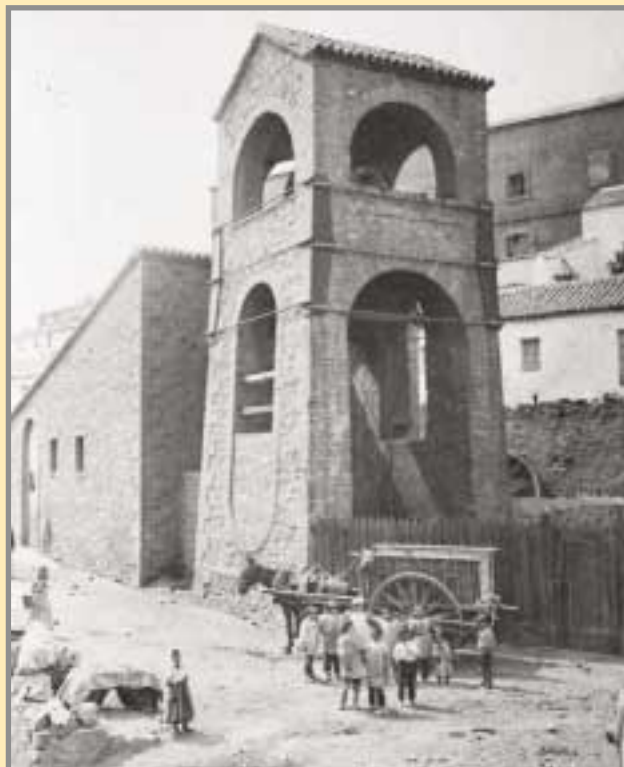
El filón “San Alberto” fue el primero en trabajarse, y fue el principal de la explotación. Su corrida llegó a los 2.025 metros en superficie, aunque en profundidad se acortaba hasta los 250 metros en la planta 24. Fue trabajado hasta una profundidad de 555 metros. Su potencia también se reducía con la profundidad, pasando de una media de 3 metros en superficie a 1,5 m en las plantas intermedias hasta casi desaparecer en las plantas inferiores. La verticalidad del filón (80° - 85° Norte) condicionó el sistema de explotación que más adelante se describirá.

Por su parte, el filón “Ana María” tenía una corrida en las plantas superiores (no llegaba a aflorar) de tan sólo unos 800 metros, reduciéndose asimismo en profundidad hasta desaparecer al quedar unido con el filón “San Alberto” en la planta 22.

La explotación de estos dos filones se realizó mediante 5 pozos en los primeros tiempos, que de levante a poniente fueron “Malacate”, “Argentino”, “San Miguel”, “San Juan” y “San Ceferino”. Además de estos hubo otra serie de pozos auxiliares para la ventilación de las labores, como “Postdata” y “San Pedro”, los más orientales de las explotaciones.



Talleres mecánicos y almacenes. Disponía de los aparatos y operarios para reparar y mantener las más perfeccionadas máquinas. Trabajaban en estos talleres 107 operarios y dependían de ellos 47 maquinistas y operarios. Disponía de tornos, fresadoras, 11 fraguas, horno para fundición de hierro, grúas, carpintería, taller de calderería, etc. Fotos: "Recuerdo del Horcajo", cedido por M. Morales.



Pozo e instalación de "San Juan". Es el primer pozo que se hizo. Se empezó el año 1855, por Juan Inza, en el sitio donde se encontró el filón. El castillete fue construido por Alfonso Piquet el año 1873. En 1895 era pozo de extracción, de dos departamentos de jaulas y tenía en esa fecha una profundidad de 270 metros. Tenía asociado un plano inclinado de 103 metros de longitud con un desnivel de 25 metros, por donde se transportaban los minerales hasta el lavadero de tierras pobres.



Cristal de piromorfita de 3 mm de arista, con plumbogummita. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Esferas de coccenita con strengita (transparente). Encuadre de 3 cm. Imágenes SEM de esta strengita se recogen en la página 67. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

El Pozo "Malacate", rectangular, de 4,6 x 3,6 metros de sección, fue el que alcanzó mayor profundidad, 518 metros, aunque la explotación se llevó a cabo por un contrapozo hasta los 555 metros (en la planta 24ª), y los trabajos mineros alcanzaron los 603 metros en la planta 25. Este pozo disponía de una espléndida cabria de mampostería de unos 10 metros de altura, y una casa de máquinas anexa que comunicaba con el pozo mediante un gran ventanal con arcada de ladrillo, que

actualmente son todavía visibles. Las guideras de los cables eran de madera, de 150 x 120 mm de sección.

El Pozo "Argentino" fue el segundo en profundidad, llegando hasta los 505 metros y conectando con la planta 23. Tenía 3,5 x 3,5 metros de sección, y una estructura de ladrillo de 20 metros de altura. Junto a él se encontraba la gran chimenea de la máquina de vapor, y que fue lamentablemente destruida durante la construcción de la vía de alta velocidad en 1990.

El Pozo "San Juan" fue el más importante para la extracción de mineral hasta finales del siglo XIX (en enero de 1894 salieron por su boca 4.000 vagonetes de mineral). De sección rectangular, dista del pozo San Miguel 200 metros, y alcanzaba la Planta 22ª a los 480 metros de profundidad. Actualmente se conserva la sobria estructura de ladrillo y mampostería de 8 metros de altura.

Finalmente, el Pozo "San Miguel" comunicaba con la Planta 15ª a los



Túnel del ferrocarril de Puertollano a Peñarroya, habilitado actualmente como acceso a El Horcajo. En uno de sus laterales, tiene acceso a un pozo que toca mineralización del filón "María del Pilar". Foto: A. Bueno, 2003.



Restos del posible brocal del Pozo "San Miguel" o instalación aneja. Foto: F. Palero, 2003.



Estado actual del Pozo "Malacate", con la ruina de su brocal y casa de máquinas. Foto: G. García, 2003.



Cristal prismático de piromorfita (arista = 1 cm) sobre goethita, encontrado en la escombrera en 1988. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

360 metros de profundidad, y sus instalaciones terminaron de desaparecer también con las obras del AVE.

Al comienzo de las explotaciones únicamente se dedicaban a labores de extracción y servicio de la mina los pozos "Argentino", "San Miguel" y "San Juan". A partir de 1893 se abandonan los trabajos mineros hasta los 300 metros, con la realización del Pozo "Malacate" para avanzar con los trabajos a partir de esta profundidad hasta el abandono de las labores en 1911. A finales del siglo XIX, este pozo centralizaba toda la extracción de mineral, disponiendo de jaulas de 2 pisos con capacidad para 4 vagones. Una vez en superficie, el mineral se transportaba por un cable aéreo de 1 km de longitud hasta el lavadero, situado en la concesión "Nuevo Perú", junto al arroyo de La Basilisa, de donde tomaba el agua necesaria para tratar hasta 300 toneladas al día. Este nuevo lavadero aprovechaba las instalaciones del antiguo lavadero de tierras pobres. El mineral extraído pasaba por un proceso inicial de cribado y estriado a mano. Posteriormente, los materiales más finos pasaban a las mesas de sacudidas.

El método de explotación seguido era el de "corte y relleno", en plantas de unos 20 metros de altura en las zonas superiores de la mina, y de 40 a 50 metros en las partes medias y profundas. Para el relleno se empleaban estériles de la explotación y rechazos del lavadero. En las labores de preparación se realizaban galerías siguiendo la dirección de los filones, con chi-



Brocal del Pozo "Postdata", y retranqueo del talud para la ubicación de la máquina. El pozo se encuentra colmado de basuras. Abril de 2003. Foto: G. García.



Estado actual del socavón del Pozo "San Juan". Por este nivel salían los vagones con la producción para el ferrocarril con destino al lavadero. Foto: G. García, 2003.

El Pozo "Malacate" fue el más profundo de la mina, con 518 metros, pero los trabajos mineros alcanzaron por contrapozos hasta 603 metros de profundidad.

meneas cada 45-50 metros que unían entre sí las galerías correspondientes a dos plantas contiguas. Normalmente se realizaba una entibación con madera, que se traía entre otros sitios, de Cuenca y Hellín (Hervada, 1894). En la época en que este autor realizaba su proyecto de Laboreo, el arranque de mineral se verificaba por contrata, contratándose un precio por metro cuadrado de avance (normalmente entre las 5 y las 10 pesetas por metro cuadrado de filón arrancado). Cada cuadrilla constaba de 4 personas, que se hacían responsables ante la empresa explotadora por las escrituras que firmaban separadamente. Excepcionalmente, en las pequeñas ramificaciones del filón principal, el método de explotación seguido era "por bancos", que se diferenciaba del anterior por realizarse de arriba hacia abajo, sin rellenos ni entibación alguna.

El filón "María del Pilar" fue explotado por el mismo sistema de corte y relleno a partir de los años 1950 y a través del Pozo "Malacate", desde donde se excavó un socavón transversal hasta cortar el filón. El acceso desde el pozo a los dos niveles realizados para



Grupos radiales de cacosiderita con turquesa-calcosiderita, obtenidos en las escombreras de la obra del tren de alta velocidad. Encuadre de 15 mm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Vista de las escombreras en proceso de trituración en la vaguada de la zona oeste de la explotación. Foto: F. Piña, agosto de 1994.



La plata nativa es actualmente muy difícil de encontrar en las escombreras. Ramita de 2 mm. Col. G. García. Foto: F. Piña.



Cristal de cerusita de 5 mm, sobre galena con bindehimita. Col. B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Grupo de cristales prismáticos de piromorfita de 2 cm, sobre cuarcita tapizada de microcristales de plumbogummita. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

su explotación se realizaba mediante dos galerías en crucero. En esta época se construyó un pequeño lavadero para la obtención de pre-concentrados que se enviaban al lavadero de flotación de la mina “Diógenes”, en Solana del Pino, para su tratamiento final.

EL DESAGÜE

La permanente entrada de agua siempre fue un problema en las minas de El Horcajo y es posiblemente el punto crítico que siempre entretuvo a los ingenieros de la mina. Ya en 1876, Piquet habla en la Revista Minera del “terreno

quebrantado con alternancias de cuarcita y pizarras arcillosas de fácil descomposición”, con afluencias de 20 litros por segundo, que son 1.728 m³ diarios. Naturalmente, con la planificación de labores a mayor profundidad, crecieron los volúmenes de agua que entraban a la mina y no de forma lineal precisamente (5.200 m³/día en 1900 según informe de J. M. Madariaga, y hasta 10.000 m³/día sobrepasando los 500 metros de profundidad, según el Libro del Centenario de Peñarroya).

De esta forma, los medios mecánicos iban quedando continuamente insuficientes para la evacuación de un volumen que en ningún caso podemos suponer inferior a 7.500 m³/día como

La permanente entrada de agua en la explotación fue un problema que siempre entretuvo a los ingenieros de la mina, y se fue solventando con notable éxito.

media, o lo que es lo mismo, el bombeo de algo más de 5 m³ por minuto. Es obvio que 7.500 m³ por jornada no son los 70.000 de la mina de Reocín, pero en el contexto técnico de finales del siglo XIX, sin duda estamos ante un reto de notable envergadura. Las primeras bombas de balancín o sistema Cornwall se instalaron en 1891 y en 1896 se amplió la capacidad de bombeo con una vetusta máquina de rotación, de dos cilindros que, por medio de 5 juegos de bombas Rittinger, extraía el agua desde la Planta 17. Desde un principio se desestimó el empleo de una máquina Cornwall adicional por temor al enorme peso del tirante maestro (Madariaga, 1900). Con el aumento de las exigencias del servicio, se hizo necesaria la sustitución de la instalación por un sistema de desagüe por agua a presión con máquinas de vapor motrices, que fabricó la casa suiza Sulzer y se acopló al servicio del Pozo “Argentino”. Esta impresionante instalación, que es la que aparece fotografiada en la página 41 de este trabajo, adoleció sin embargo de frecuentes averías y fue causa de serios disgustos, lo que decidió a los directivos a plantearse la electrificación del desagüe. Se aprovecharon las excelentes máquinas de vapor de la instalación hidráulica para mover las dinamos generatrices y las nuevas bombas fueron encargadas otra vez a Sulzer, pero esta vez fueron bombas centrífugas y no de rotación. Se instalaron 3 juegos, cada uno de los cuales constaba de 4 bombas de bronce acopladas en serie y situadas en anchurones del pozo en las plantas 8^a, 15^a y 18^a. El accionamiento y control se realizaba desde el exterior, con el único mantenimiento del engrase de los árboles de rotación. Además, entre las diferentes plantas y la calle ha-



El Pozo "San Juan" fue escenario en 1899 de un lamentable incendio que acabó con todo su guionaje. En la reparación, se forró enteramente de mampostería. Foto: G. García, 12/2003.

bía comunicación telefónica para facilitar el servicio. En su época, esta instalación fue un modelo de eficacia y modernidad, y El Horcajo fue la primera mina que electrificó el desagüe a este nivel de rendimiento.

En cuanto a la ventilación, ésta era natural, aunque en la planta 15 se instaló un ventilador que se empleaba también para la sala de máquinas interior del Pozo "San Miguel".

GEOLOGÍA

El yacimiento de El Horcajo se halla en las sierras de cuarcitas que se sitúan al Sur del anticlinal de Alcudia, emblemática estructura del borde meridional de la Zona Centroibérica, siguiendo la subdivisión realizada por Julivert et al. (1972) del Macizo Hercínico Ibérico, o también llamado Macizo Hespérico. Esas sierras están formadas por rocas del Paleozoico Inferior, comprendiendo unas edades entre el Ordovícico Inferior y Devónico Inferior (entre los 500 y 390 millones de años). Estas rocas sedimentarias forman una alternancia de capas de espesor decimétrico de ortocuarcitas, areniscas y pizarras negras, depositadas en un medio marino costero, en lo que habría sido una gran plataforma continental como puede ser hoy día el Mar del Norte. En esta gran plataforma paleo-



Agregados verdes de turquesa-calcosiderita, desarrollados sobre goethita y cacoxenita. Encuadre de 1 cm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Pliegue anticlinal de 1ª fase hercínica (F-1) en las alternancias de cuarcitas y areniscas de la unidad litoestratigráfica "Estratos Pochico", principales rocas encajantes de los filones de El Horcajo. Foto: G. García, 12/2003.

zoica se fueron acumulando grandes cantidades de sedimentos detríticos, detríticos procedentes de la erosión de un margen continental pasivo. El tamaño de grano de los sedimentos variaba en función de oscilaciones del nivel del mar y de las condiciones más o menos distales a la antigua línea costera. Estas variaciones han quedado reflejadas en las mencionadas alternancias, representando las pizarras a sedimentos de tipo lodos en momentos de profundización o alejamiento de la costa, mientras que las areniscas y ortocuarcitas serían acumulaciones de arenas en momentos de escasa profundización y cercanía a la costa, incluyendo arenas de playa. En condiciones locales se depositaron al-

gunos lodos de fosfatos y algunas acumulaciones de restos biodetríticos, y al final de este largo periodo de sedimentación se produjo una cierta actividad volcánica, dando lugar a algunas acumulaciones de tobas. Hoy día son reconocibles en estas rocas muchas estructuras sedimentarias que atestiguan este medio marino de formación, tales como los *ripple-marks* o las dunas submarinas. Igualmente, se encuentran algunos restos fosilizados de animales marinos, como trilobites o braquiopodos, así como huellas de reptación y de alimentación de animales arenícolas, como las conocidas crucianas o los skolitos.

El predominio en las alternancias de unas u otras litologías permite es-



Beraunite, grupos fibrosorradiales de 3 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Excelentes cristales de piromorfita (prisma+pinacoide+pirámide), de 2 mm sobre plum-bogummita rojiza. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Socavón de investigación en la charnela de un pliegue, en la concesión "2° Nuevo Perú". Foto: F. Palero.



Un equipo de esta revista descendió en 1995 al Pozo "San Juan", pero a 50 metros tiene efectuado un tapamento sobre el que se ha arrojado gran cantidad de basura. En la imagen, enganche del pozo al socavón de transporte. Foto: G. García.

tablecer una serie de unidades litoestratigráficas que sirven para realizar la cartografía geológica de la zona. Estas unidades tienen una gran continuidad regional, que se debe a la estabilidad del medio sedimentario y tienen, además, un sentido temporal. Por ello, para su definición se ha usado una nomenclatura utilizada en todo el contexto de la Sierra Morena Oriental, unidad geográfica a la que pertenece el paraje donde está el yacimiento de El Horcajo. En el mapa de la página

36 se han representado especialmente las unidades del sistema Ordovícico (entre los 500 y los 435 millones de años), las cuales son las que tienen una mayor relevancia en relación con las mineralizaciones de galena de la zona.

A comienzos del Carbonífero (hace unos 360 millones de años) se produjo una profundización de la cuenca sedimentaria marina, pasando el medio a ser de plataforma distal y tener afinidades turbidíticas. Se produjo entonces una enorme acumulación de pizarras negras

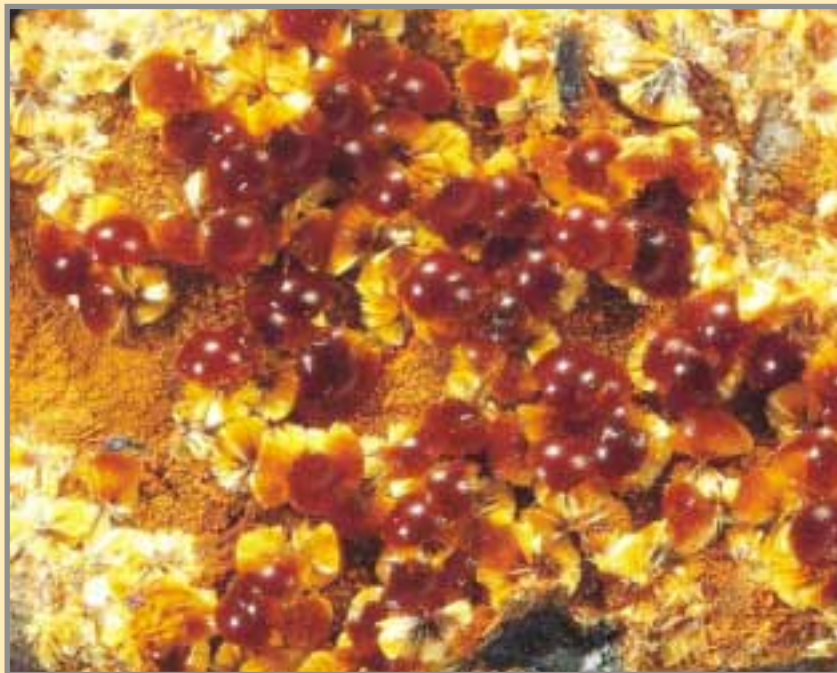
con algunas intercalaciones de conglomerados y areniscas, materiales que forman hoy día un monótono conjunto litológico que es denominado Culm de Los Pedroches. El nombre le viene dado por aparecer en la amplia llanura que se extiende al sur de las sierras cuarcíticas y que se adentra en las tierras cordobesas de la comarca de Los Pedroches.

El conjunto de rocas sedimentarias paleozoicas fue afectado por las deformaciones tectónicas hercínicas, que en esta parte del Macizo Hespérico tuvieron

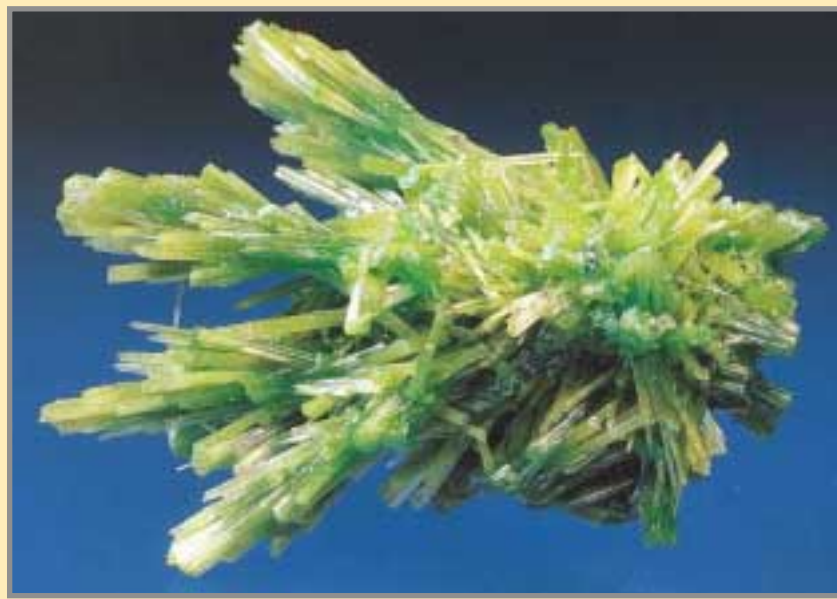
El yacimiento se sitúa en las alternancias de cuarcitas del Ordovícico Inferior, formadas en un medio marino costero hace unos 480 millones de años.

lugar a lo largo del Carbonífero Superior (entre los 320 y 300 millones de años). Estas deformaciones se produjeron en dos pulsos denominados localmente como primera y segunda fases hercínicas. El primero fue el principal y fue ocasionado por una compresión Norte-Sur que dio lugar a pliegues generalizados de orientación aproximada Este-Oeste. Son pliegues cilíndricos de eje subhorizontal y plano axial subvertical. La segunda fase fue consecuencia de un acortamiento Este-Oeste y originó sobre todo fracturación, que se relaciona con una gran banda de cizallamiento levógiro cuyos límites escapan de la zona representada en el mapa de la página 36. El yacimiento de El Horcajo quedaría centrado en la zona afectada por dicha cizalla, la cual estaría limitada entre dos grandes accidentes NO-SE conocidos como la Falla de Fuencaliente y la Falla de La Garganta, que actúan como grandes desgarres. En los bordes y dentro de la banda de cizalla se producen, además de una intensa fracturación, fenómenos de interferencia de pliegues, cuyas morfologías están en función de la posición de la estratificación en los pliegues de la primera fase. Así, en zonas de charnela, con situaciones de la estratificación cercanas a la horizontalidad, se originan pliegues en forma de “silla de montar”, mientras que en los flancos, con la estratificación verticalizada, se forman pliegues cónicos de eje subvertical.

Después de las deformaciones hercínicas, la zona ha permanecido como tierras emergidas, habiendo estado sometida a los procesos de erosión desde entonces. A mediados del Neógeno (hace unos 10 millones de años), se produjeron fenómenos de sedimentación de las zonas peniplanizadas por un rejuvenecimiento del relieve relacionado con los movimientos orogénicos alpinos. Se depositaron gravas y arenas por



Grupos de cacoenita, encuadre de 12 mm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Típico agregado de cristales de piemorfita. Estos ejemplares son muy característicos de la localidad, sin ninguna clase de matriz. Tamaño: 4 cm. Colección: J. Fabre. Foto: J. M. Sanchis.

torrentes y medios fluviales acumulados a pie de los relieves y en las zonas bajas de los amplios valles. Los movimientos alpinos debieron ocasionar reajuegos en los grandes accidentes formados en la segunda fase hercínica, como la Falla de Fuencaliente, produciéndose entre otros fenómenos el termalismo, existiendo hoy día algunas evidencias de ello, como el balneario de dicha localidad ciudadrealeña.

Por último, hace unos 2 millones de años se produjo un nuevo rejuvenecimiento del relieve, al quedar la zona elevada respecto al valle del

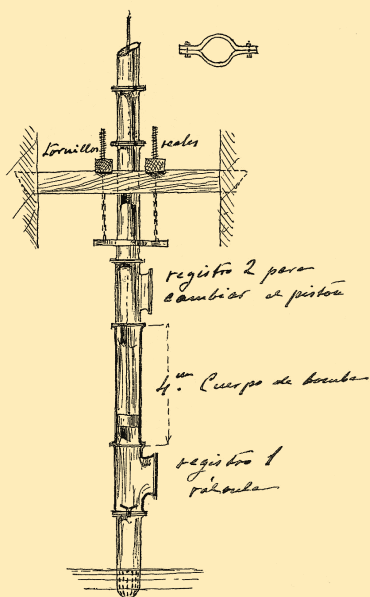
Guadalquivir. Este hecho ha ocasionado que la red fluvial se encaje sobre los sedimentos terciarios, reiniciando un fenómeno generalizado de erosión que continúa hoy día.

DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO

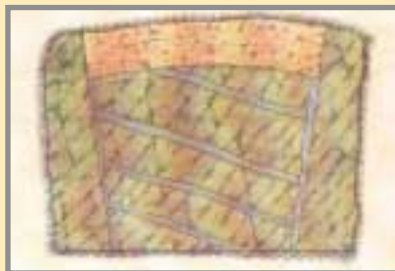
Como se ha dicho, el yacimiento de El Horcajo se sitúa en el centro de una gran banda de deformación por cizalla, li-



Masa de filón íntegramente transformada a cristales de piromorfita, en la que se aprecian los contactos con su caja. Son comunes los agregados paralelos de cristales y los zonados. Colección Folch. Foto: J. M. Sanchis.



Croquis de la bomba aspirante instalada en la caldera de la Planta 14 del Pozo "Argentino". La bomba iba sujeta a un anillo que por intermedio de unas cadenas permite regular la altura variable de la aspiración. Este sistema era accionado por una máquina Cornwall y desagaba un metro cúbico por minuto, que subía en escalones a las plantas 11ª, 9ª, 7ª, 5ª, 3ª y exterior. Para completar las necesidades de desagüe de la mina había otras 4 bombas en el Pozo "San Miguel" y otra en el Pozo "Malacate" (en la fecha del Informe). Dibujo: H. Hervada, 1894.



Filón "Ana María". Frente del Piso 14 a levante del cruzante oeste, a 57 metros a levante de la 7ª chimenea. La veta de galena está en azul claro, el relleno filoniano es cuarzo negruzco cruzado por pizarras. El techo naranja es relleno del filón explotado. Dibujo: Hervada, 1894.



Filón "San Alberto". Frente del Piso 14 a 200 metros al oeste del crucero de San Juan. Las vetas de galena están dispersas en cuarzo blanquecino. El material naranja del techo es relleno. Dibujo: Hervada, 1894.

mitada por dos grandes fallas de rumbo NO-SE, que son la de Fuencaliente y la de La Garganta. En esta zona, la banda deformada aparece cortada por dos fallas orientadas ONO-ESE, que son conjugadas con las grandes del borde y que actuarían como el sistema "Riedel sintético". Se trata de las fallas de la Basilisa y de la Ribera, que funcionan como desgarres levógiros, pero con una cierta componente de falla inversa. Estas fallas compartimentan la zona en tres grandes bloques, situándose el yacimiento en el bloque central (ver figura de la página 37). En el bloque septentrional aparece otra mineralización, la correspondiente a la mina "San Germán", y al sur y a poniente de la falla de La Garganta se encuentran otros yacimientos, los de las minas "La Salvadora", "San Serafín", "Santa Rosa" y "San Carlos". Todas estas explotaciones han tenido una importancia mucho menor que las minas de El Horcajo, y aunque cada una de ellas presentan sus propias peculiaridades, se trata del mismo tipo de yacimiento y han tenido una génesis común.

EL HORCAJO



Cristales blanquecinos de piromorfita. El color de este mineral es muy variable en el yacimiento, aunque los ejemplares más notables son los de color verde. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.

Agregado de cristales prismáticos hexagonales de cacosenita de 4 mm. Colección: L. Pascual. Foto: F. Piña.

Centrándose en el yacimiento de El Horcajo, este criadero estaba formado por tres filones subparalelos entre sí que estaban mineralizados con galena argentífera. Presentaban una orientación general ENE-OSO y buzamientos fuertes al norte, con algunas ramificaciones de rumbo NE-SO. El principal de estos filones fue el llamado “San Alberto”, que tuvo una corrida (extensión longitudinal) en superficie de 2.025 m y fue trabajado hasta una profundidad de 555 m. La corrida mineralizada iba disminuyendo en profundidad, reduciéndose a sólo 250 m en la Planta 24ª, que fue la última en que se realizaron trabajos de producción. La potencia también se reducía en profundidad, variando desde 3 metros en superficie, a 1,5 m en las plantas intermedias y a una guía insignificante en la Planta 25ª, la más profunda de la mina, situada a 603 m de profundidad. Este gran filón presentaba una dirección N 70°E y buzamiento de 80° a 85° al Norte.

El filón “Ana María” fue el segundo en importancia. Se situaba al Sur del filón “San Alberto”, con el que terminaba uniéndose en profundidad. Presentaba una corrida de unos 800 metros en las plantas superiores que se iba reduciendo hasta su desaparición al quedar unificado con el filón “San Alberto” a niveles de la Planta 22ª. Este filón no llegaba a aflorar en superficie.

El filón “María del Pilar” fue encontrado durante las obras de excavación del túnel del ferrocarril de Puertollano a Peñarroya, realizadas años después del cierre de la explotación en 1911. Para su explotación se reabrió uno de los pozos de la mina a mediados del siglo XX. Se si-



Ramas de plata nativa sobre galena. Cabe la posibilidad de que este ejemplar proceda de la donación que en 1877 Ceferino Aveilla hizo al Museo, procedente de la mina “Nuevo Perú”, si bien inicialmente se trataba de una muestra de 0,3 m³. Ejemplar de 10 cm. Colección: Museo de la Escuela de Minas. Foto: J. M. Sanchis.



Escombreras de la mina “San Germán”, al norte de El Horcajo, donde es posible encontrar cobre nativo y cuprita, entre otras especies secundarias. Foto: G. García, 12/2003.



Prismas de piromorfita cerrados en pirámide (también estriada), de color amarillento. Encuadre de 2 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Cristales terminados de beraunita sobre goethita. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Bella reflexión sobre el pinacoide de un cristal compuesto, con múltiples figuras hexagonales. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Cristales de cerusita sobre galena. Encuadre de 15 mm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.

tuaba a unos 400 m al norte del filón “San Alberto” y presentaba una dirección N 70°E y buzamiento de 75° a 80° al Norte. Su corrida fue de 290 m y la potencia osciló entre 1 y 0,25 m. Se trabajó en una altura de 90 m.

Las rocas encajantes de estos filones eran las alternancias de ortocuarcitas, areniscas y pizarras de la unidad litoestratigráfica “Estratos Pochico” y es muy probable que en la parte profunda de la mina los filones armasen en la “Cuarcita Armoricana”, unidades de edades Ordovícico Inferior y Medio (entre los 485 y los 470 m.a.). Estos materiales se disponen plegados durante la primera fase hercínica y replegados, cizallados y fracturados durante la 2ª fase. En la zona también se encuentran una importante red de diques de rocas subvolcánicas de composición dacítica, que se emplazan seguramente durante la dinámica de fracturación de la 2ª fase hercínica.

La mineralización se situaba en fracturas tensionales relacionadas con la dinámica de las grandes fallas, en especial con las fallas de la Basilisa y de la Ribera. El mineral primario, principalmente galena, aparecía rellenando brechas tectónicas constituidas por fragmentos de cuarcitas, areniscas, pizarras y de rocas subvolcánicas. También se encontraban rellenos sintaxiales de espacios abiertos, dando a los filones un aspecto bandeado. El mineral se presentaba bien cristalizado, aunque las fracturas encajantes muestran rejugos frágiles que rebrechificaban a la mineralización. Estos rejugos han producido harinas de falla y barros miloníticos en las salbandas del filón, siendo muy característico un barro de color gris oscuro denominado por los mineros “zulacón” o “calichón”, el cual solía contener plata nativa.

Las paragénesis primaria de los filones de El Horcajo está formada por galena como sulfuro dominante, la cual es muy rica en plata con conteni-

dos del orden de 3,5 kg por tonelada de plomo metal. La galena va acompañada de una ganga constituida por ankerita y cuarzo. Como minerales minoritarios se han encontrado calcopirita, pirita y esfalerita, y a nivel de microscopio se han identificado bourbonita, freibergita y platas rojas (¿pirargirita?). La mineralización primaria lleva asociada muy tenues alteraciones en las rocas encajantes que consisten en silicificación y ligera cloritización. En las rocas subvolcánicas se produce además una fuerte carbonatización.

La mineralización supergénica fue muy importante en El Horcajo y estuvo ampliamente distribuida en el yacimiento, apareciendo minerales secundarios hasta en los niveles más profundos de la mina. Los minerales encontrados han sido, entre otros, piromorfita, cerusita, goethita, pirolusita, malaquita, calcosina, covellina, cuprita, plata nativa, cobre nativo, y un importante cortejo de fosfatos de hierro y alu-

minio como cacoxenita y dufrenita. El mineral secundario de plomo más común fue la piromorfita, siendo emblemático este mineral de El Horcajo. Los ejemplares que se obtuvieron fueron muy abundantes cuando funcionaban las minas, estando considerados entre los mejores especímenes del mundo. La plata nativa era también abundante, encontrándose en forma de filamentos. Los minerales de cobre proceden de la alteración de la calcopirita, no son muy abundantes pero son muy llamativos. Los fosfatos de hierro y aluminio son otros minerales característicos de este yacimiento, siendo la cacoxenita el más corriente. Estos minerales han sido descubiertos recientemente como una paragénesis independiente de la mineralización explotada, y puesta de manifiesto sólo con el inicio de las obras del AVE.

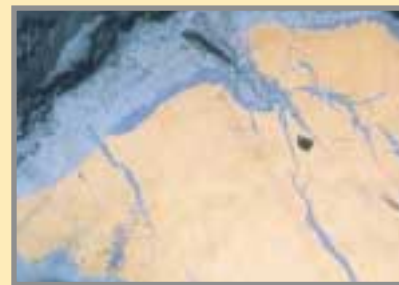
La paragénesis primaria de galena es un típico ejemplo de mineralización hidrotermal de baja temperatura, que para este caso se ha calculado entre 105°C y 122°C (Palero et al., 2003). Las evidencias de este tipo de hidrotermalismo están ampliamente distribuidas por toda la región, con un gran número de filones con una mineralización semejante a la de El Horcajo. Por lo tanto, se trataría de un fenómeno a gran escala que se habría producido después de las deformaciones hercínicas. Los estudios realizados en la zona consideran al plutonismo granítico hercínico como el “motor” térmico de este gran fenómeno hidrotermal (Palero, 1991; Palero et al, 2003; García de Medinabeitia, 2003), habiéndose dispersado los fluidos mineralizantes a favor de la intensa fracturación producida por las deformaciones hercínicas. En las zonas donde los fluidos hubieran encontrado trampas estructurales adecuadas, se habría producido la precipitación y cristalización de las paragénesis minerales como la de El Horcajo. La naturaleza del fluido hidrotermal ha sido de salmueras (aguas superficiales salinizadas), las cuales penetrarían en el interior. Estas aguas cerca de los granitoides serían calentadas y movilizadas, estableciéndose grandes corrientes convectivas a niveles superficiales de la corteza terrestre. Los granitoides parecen haber jugado un papel esencialmente pasivo, simplemente como focos de calor (Palero et al. 2003), pero los recientes datos aportados por García de Medinabeitia (2003), parecen indicar que también habrían aportado



Cristales aislados de piromorfita verde sobre goethita, obtenidos en la escombrera en los años 80. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Alteración de galena a cerusita, siguiendo los planos de exfoliación. Microscopio x 200. Foto: F. Palero.



Calcopirita con alteración a covellina y calcosina. Mina “San Germán”. Microscopio x 200. Foto: F. Palero.

metales al medio, especialmente el plomo. El azufre, carbono y otros elementos esenciales de estas mineralizaciones parece que habrían sido extraídos de las rocas sedimentarias precámbricas y paleozoicas encajantes.

La importante mineralización secundaria de El Horcajo es una peculiaridad de este yacimiento. Minerales

como la piromorfita o cerusita son comunes en los filones con galena del Valle de Alcudia, pero dichos minerales aparecen restringidos las zonas de alteración supergénica en los afloramientos y en niveles muy someros de las minas. Sin embargo, la paragénesis secundaria de El Horcajo aparece distribuida en todo el criadero y alcanza las



Prismas amarillentos de piromorfita, de 2 cm. Col.: G. García. Foto: F. Piña



Ferrocarril de Puertollano a Peñarroya, justamente en el viaducto de El Horcajo. Este ferrocarril era conocido popularmente como "La Eléctrica" (sin "e"). Se utilizaban locomotoras "Cocodrilo" alimentadas por electricidad suministrada por la central térmica que la SMMP tenía en Puertollano. El ferrocarril servía para unir los principales centro mineros que la empresa tenía en esta zona: "San Quintín", Puertollano, El Horcajo, La Garganta, "El Soldado" y Peñarroya. La foto es de comienzos de los 50, cedida por el Museo Municipal de Puertollano.



Chimenea de las máquinas de vapor del desagüe del Pozo "Argentino", antes de su demolición con las obras del AVE. Foto: B. Sáinz de Baranda.

zonas más profundas de la mina. Además la profusión y calidad de los cristales de estos minerales secundarios invita a pensar que dicha paragénesis se formó en un nuevo proceso hidrotermal ajeno y más moderno que el que formó la mineralización primaria de galena. Muy probablemente serían las reactivaciones alpinas las responsables de dicho fenómeno hidrotermal, siendo ahora el motor térmico el calor generado por la dinámica de las grandes fallas. Las aguas serían meteóricas, canalizadas por la densa fracturación hercínica heredada y rejugada en los nuevos movimientos orogénicos alpinos. El fósforo necesario para formar los minerales fosfatados procedería de los lechos de rocas de esta naturaleza que aparecen intercaladas en las alternancias paleozoicas. Las aguas calientes enriquecidas en fósforo circularían por la red de fracturas, reaccionarían con los elementos comunes que hay en las rocas sedimentarias, que serían el hierro y el aluminio, dando lugar a minerales como la cacoxenita o la dufre-

nita. Cuando dichas aguas fosfatadas encontrasen las acumulaciones tardihercínicas de galena de ciertos fracturas (los filones metalizados), se alteraría ésta liberando el plomo, que recrystalizaría en forma de piromorfita, y la plata que precipitaría en su estado nativo.

MINERALOGÍA

Se describen a continuación los minerales de mayor interés que se han podido identificar hasta ahora en El Horcajo, fruto de una sistemática búsqueda llevada a cabo en los últimos diez años, así como de la recopilación bibliográfica. A este respecto cabe destacar dos hechos que tuvieron lugar en la década de 1980-1990: la instalación de una planta de trituración y clasificación de áridos utilizados para el acondicionamiento de la carretera N-420 en su tramo Brazatortas-Fuencaliente, y por otra parte las obras del trazado del AVE Madrid-Sevilla, a su paso por la localidad de El Horcajo. Ambas actuaciones ocasionaron, por una parte, la removi-

lización de las escombreras y la aparición de nuevos ejemplares que de otro modo aún permanecerían en su seno, y por otra parte la aparición de los fosfatos de hierro extraídos del túnel al Norte de la aldea de El Horcajo.

Para la correcta identificación de las distintas fases minerales se ha recurrido al análisis de polvo mediante difracción de rayos X, y en los casos de grupos de minerales o series de complejo quimismo, a la analítica mediante microsonda electrónica (análisis cuantitativo).

ANGLESITA



En las minas de El Horcajo, y especialmente en la mina "San Germán", se han encontrado pequeños cristales, siempre en tamaños milimétricos, de tonos blanquecinos, cremas y rosados, con fuerte brillo adamantino, aunque bastante escasos. Normalmente se presenta con hábito prismático y terminaciones lanceoladas, aunque también es común de forma masiva junto con cerusita.



Drusa de cristales prismáticos de piromorfita. Colección: Museo de la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid. Foto: J. M. Sanchis.



Drusa de cristales prismáticos de piromorfita. Colección: Museo de Ciencias Naturales de Álava. Foto: J. M. Sanchis.



Turquesa masiva. 2 cm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Plumbogummita y minio (?), pseudomorfizando piromorfita. 2 cm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Cerusita. 3 mm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Pirolusita. 12 mm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Calcopirita. 2 mm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Coronadita. 5 mm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Dufrenita. 5 mm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Goethita. 1 cm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Goethita. 5 mm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Piromorfita. 3 mm. Col.: GGG. Foto: Piña.



Piromorfita. 3 mm. Col.: GGG. Foto: Piña.



Piromorfita. 1 cm. Col.: GGG. Foto: Piña.



Piromorfita. 14 mm. Col.: GGG. Foto: Piña.



Linaria. 1 cm. Col.: GGG. Foto: Piña.



Kintoreita. Enc.: 1 cm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Strengita con kidwellita (?). 15 mm. Col.: B.S.B. Foto: Piña.



Cacoxenita. 15 mm. Col.: GGG. Foto: Piña.

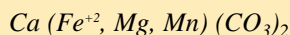


Piromorfita. 10 mm. Col.: A. Álvarez. Foto: Piña.



Cristales de piromorfita formados por prisma y bipirámide, zonados. Encuadre: 12 mm. Colección: J. Fabre. Foto: F. Piña.

ANKERITA



Es, junto con el cuarzo, uno de los minerales principales de la ganga, apareciendo en forma de romboedros de tonos blancos, ocre y marrón oscuro, a veces con brillos purpúreos, constituyendo la matriz para otros minerales bien cristalizados (galena, calcopirita, etc.). Los tonos ocre y marrones se producen por alteración. Los romboedros son pequeños, rara vez superan el centímetro y presentan las aristas ligeramente curvadas. Más corrientes son las masas espáticas que rellenan venas entre cuarzo y fragmentos de roca encajante.

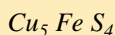
BERAUNITA



Es el segundo fosfato en orden de abundancia en la paragénesis de fosfatos de hierro de El Horcajo, y también el segundo en formarse, tras la dufrenita. Se encuentra en agrupaciones de excelentes cristales monoclinicos, prismáticos, con estriación vertical, de color rojo intenso a marrón-rojizo (dependiendo

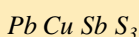
del grado de oxidación), alcanzando hasta 2 cm de diámetro y cubriendo grandes superficies de la roca cuarcítica. Se encuentra asociado a dufrenita en la zona de escombreras junto al poblado minero de El Horcajo y con cacoxenita en la zona de terraplén de acceso a la boca Norte del túnel del AVE.

BORNITA



Junto con cobre nativo, cobres grises y covellina en el filón principal de El Horcajo (Crespo Lara, 1972). Se ha observado de forma masiva, muy alterada, asociada con calcopirita y cuarzo, siendo más bien escasa.

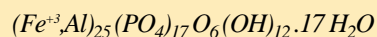
BOURNONITA



Es un mineral frecuente en las mineralizaciones del Valle de Alcudia, aunque en El Horcajo sólo se ha encontrado en forma microscópica como inclusiones dentro de la galena (Palero, 1991). Con mayor abundancia se presenta en la cercana mina "La Salvadora", donde

aparece como granos aislados de tamaño milimétrico.

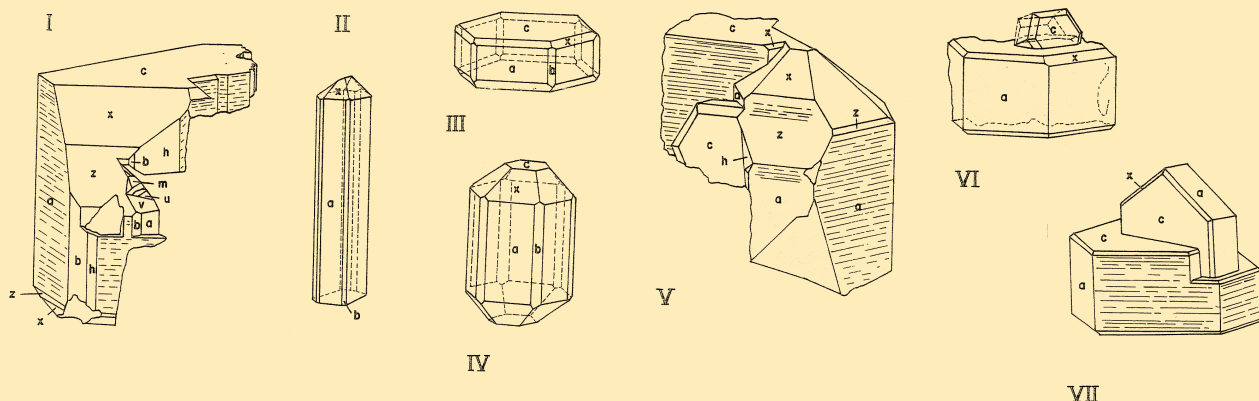
CACOXENITA



Es el fosfato de hierro más abundante de El Horcajo. Aparece siempre cristalizado, en los huecos y fisuras de las cuarcitas ordovícicas que limitan hacia el Norte del criadero, en una paragénesis típica de hierros fosfatados depositados sobre una superficie de óxidos de hierro.

La mineralización de fosfatos de hierro fue cortada por las obras del túnel del AVE, y depositada en los vacíos del mismo, tanto en la zona del poblado minero, como al borde del terraplén en la boca Norte del túnel. En ambos sitios es posible encontrar la típica paragénesis de fosfatos de hierro, donde hasta ahora se han identificado: cacoxenita, beraunita, dufrenita, strengita y turquesa, así como posible kidwellita.

Normalmente, la cacoxenita (también denominada cacoxeno) se presenta en forma de cristales aciculares de un bello color dorado y fuerte brillo sedoso, en agrupaciones fibroso-radiadas de



Formas cristalográficas de cristales de piromorfita de El Horcajo, según trabajo de Pardillo y Gil (1916).



Caña del pozo de la mina "San Germán". Foto: G. García, 12/2003



Goethita y calcosina cortada y pulida, en la que se aprecia el cobre nativo intersticial. Pieza de 7 cm procedente de "San Germán". Colección y foto: F. Piña.

hasta 1 cm de diámetro, o bien como caprichosas agrupaciones afieltradas, en este caso de un color amarillo, ocre o crema, y carentes de brillo sedoso. Mucho más escasos y buscados son los cristales prismáticos hexagonales de color marrón oscuro a marrón amarillento, transparentes y con fuerte brillo vítreo, encontrándose bien aislados o en grupos radiales que pueden llegar a configurar una perfecta esfera de superficie irregular debido a un desarrollo convexo del pinacoide. Estas esferas pueden alcanzar varios milímetros de diámetro, si el ancho de la fisura lo permite, y normalmente se desarrollan sobre una fina película criptocristalina de aspecto aterciopelado de un óxido de hierro que por su baja cristalinidad no ha podido ser identificado por el momento. Estos cristales, si bien con una morfología muy simple constituida por el prisma hexagonal y el pinacoide, se encuentran posiblemente entre los mejores ejemplares a nivel mundial para la especie.

La cacoxenita es el último fosfato de la paragénesis en formarse, por lo que se encuentra asociado normalmente a otros fosfatos de hierro (beraunita, strengita...), y de forma muy característica a la turquesa.

La identidad de la especie ha sido confirmada mediante análisis de polvo por difracción de rayos-X (Gordillo Piñán, 1992). Véanse imágenes SEM de cristales en la página 66.

CALCOPIRITA



En El Horcajo se encuentra acompañando a la galena argentífera (Calderón, 1910). Es un mineral relativamente frecuente en este yacimiento, presentándose de forma masiva y en pequeños cristales de 3 mm - 4 mm sobre ankerita y cuarzo, asociada a galena y cobres grises.

CALCOSINA



Es un mineral común en la zona de alteración del filón de la mina "San Germán", aunque siempre aparece de forma masiva, de color gris azulado característico, asociado con cobre nativo, cuprita, plata nativa, goethita y piromorfita. También apareció en el túnel de La Garganta, situado al Sur de la aldea de El Horcajo.

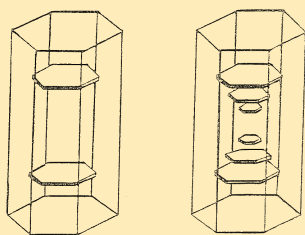
CERUSITA



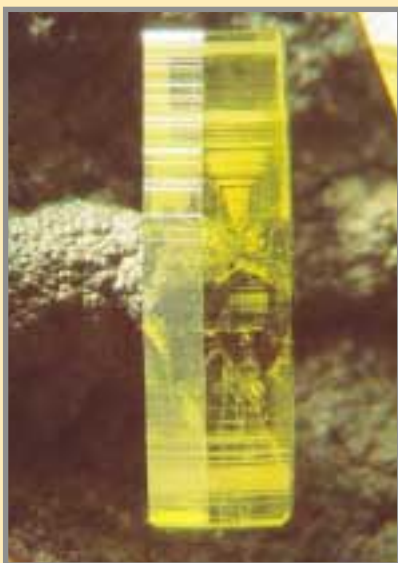
Calderón (1910) indica que su abundancia aumentaba, junto con la de la piromorfita, a partir de los 80 metros de profundidad de las explotaciones, recuperándose bellas agrupaciones cristalizadas en celosía.

En tiempos recientes se han recogido buenos cristales en las escombreras. Tienen hábito prismático y tabular, y normalmente se presentan con estriación vertical y maclados. El color oscila entre incoloro, crema, blanco y ocre, y el tamaño de algunos cristales puede superar el centímetro. Más raros son los cristales de tonos anaranjados con formas bipiramidales agudas que crecen sobre una alfombra de cristales de goethita, asociados también con piromorfita.

De forma masiva también es abundante en estas minas, en masas cristalinas, compactas, grisáceas por pequeñas inclusiones de galena, en cuyas oquedades se desarrollan cristales de piromorfita, linarita y posible caledonita.



Esquemas del zonado "en reloj de arena", descritos en los cristales de piromorfita de El Horcajo. Dibujo: J. M. Gordillo.



Espléndido cristal de piromorfita de 2 mm mostrando el zonado en reloj de arena, obtenido en la escombrera en 1990. Tamaño: 5 cm. Colección: J. M. Gordillo. Foto: F. Piña.

COBRE NATIVO

Cu

Procedente de El Horcajo la cita por vez primera Calderón (1910), bajo la forma de cristales incluidos en vetas de pirita. Se ha encontrado con cierta abundancia en la mina "San Germán", en masas de goethita que contiene calcosina, cobre nativo y piromorfita. El hábito más frecuente es el masivo, en láminas, planchas, y filamentos arborescentes. Más raros son los cristales, bien aislados (2 mm - 3 mm) o en grupos de hasta 15 mm de largo, con caras dominantes de cubo y octaedro. Presenta un color rojizo por alteración en la superficie de los cristales. Sin embargo, un tratamiento con ácido deja las superficies brillantes y de color cobre característico. A veces se encuentra intercrecido con plata nativa, siendo ésta mucho más escasa. Otras veces aparece en el núcleo de agregados fibroso-radiales de goethita. Actualmente es difícil encontrar grandes masas de co-



Cristales aislados de piromorfita sobre cuarcita. Como se ve, el color de la especie es bastante variable en el yacimiento. Encuadre: 15 mm. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.



Cristal octaédrico de cuprita con cobre nativo y goethita. Mina "San Germán". Tamaño: 15 mm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Plumbogummite pseudomorfizando prismas de piromorfita. Encuadre: 12 mm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.

EL HORCAJO



Cristal de piromorfita con zonado en reloj de arena. Colección: Nacho Gaspar. Foto: F. Piña.



Cristales de cuprita con cobre nativo y goethita. Mina "San Germán". Tamaño: 20 mm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Agregados de cacoxenita. Encuadre: 2 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Cobre nativo con cuprita y goethita. Mina "San Germán". Tamaño: 20 mm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.



Vistas laterales del estado actual del Pozo "Argentino". Este pozo, que fue uno de los más profundos a efectos de desagüe, alcanza la planta 23, a 518 metros de profundidad. Fotos: F. Palero.



EL HORCAJO



Estado de las obras del AVE a su paso por El Horcajo. La flecha señala el punto en que la trinchera secciona el socavón transversal del filón "María del Pilar". Foto: B. Sáinz de Baranda.



Ruinas de lo que era el amplio poblado minero. Foto: F. Palero.



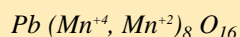
Restos del castillete de mampostería del Pozo "San Juan", fachada de poniente. Foto: F. Palero.



Otros ejemplares característicos de las minas de El Horcajo son estas piromorfitas bicolors de cristales de aspecto fibroso. Colección: Folch. Foto: J. M. Sanchis.

bre nativo en las escombreras, y sólo una búsqueda con un detector de metales ha facilitado la recogida de algunas muestras en los últimos años.

CORONADITA



Es uno de los nuevos minerales de estas minas identificados durante este estudio (análisis realizados por J. González del Tánago, com. pers.). Se presenta en forma de agregados globulares, arriñonados, de superficie aterciopelada y color negro intenso. Es uno de los primeros minerales secundarios en formarse, por lo que constituye la matriz donde se desarrollan cristales de plumbogummite y una generación tardía de piromorfite.

COVELLINA



Se encuentra junto con bornita y cobre nativo (Crespo Lara, 1972). Apa-

rece también en pequeños granos y costuras cubriendo granos de calcopirita (Palero, 1991).

CUARZO



Es el mineral más frecuente de la ganga en los yacimientos de El Horcajo, sobre el que se desarrollan frecuentemente cristales de piromorfite y otros minerales secundarios. Se reconocen dos generaciones, una de cuarzo masivo y lechoso, y otra de pequeños cristales prismáticos de aspecto hialino. Los cristales suelen ser de tamaño milimétrico.

CUPRITA

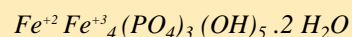


Según Calderón (1910), existen muestras en el museo de Ciencias Naturales de Madrid procedentes de Almodóvar del Campo (Ciudad Real), que podrían proceder de El Horcajo (ya que

estas minas se encuentran en su término municipal).

Se ha constatado su presencia en forma de pequeños cristales cubo-octaédricos en la mina "San Germán", intercrecidos con cobre nativo, en parte cubiertos de malaquita, rellenando los huecos y cavidades de la goethite. Normalmente estos cristales son de pequeño tamaño, sobrepasando raramente los 2 mm de arista, opacos y poco brillantes.

DUFRENITA



Se encuentra este mineral asociado con beraunita en las fisuras de las rocas cuarcíticas de la zona de El Horcajo, siendo el primer mineral en formarse en la paragénesis de fosfatos de hierro de esta localidad. Forma agregados radiales de estructura concéntrica y color verde oscuro a marrón-verdoso, de hasta 4 mm de diámetro. No es muy frecuente, y hasta ahora sólo hemos identificado algunas escasas muestras de este mineral en las escombreras.



Planta de trituración y clasificación de "Austral", trabajando a comienzos de los años 90. Un volumen importante de escombreras fue procesado por esta instalación. Foto: F. Piña.



Cristal zonado de piromorfita de 2 mm. Colección: J. M. Gordillo. Foto: F. Piña.



Crecimientos paralelos de cristales prismáticos y piramidados de piromorfita, con múltiples zonados de color. Colección: Folch. Foto: J. M. Sanchis.

GALENA

Pb S

De la galena de El Horcajo, Calderón (1910) indica que es argentífera y antimonífera, no siendo rara la cristalizada en cubos o cubo-octaédros, en parte sulfatada, y en ocasiones recubierta de alambres y filamentos de plata nativa.

Efectivamente, los análisis realizados en épocas recientes ponen de manifiesto un importante contenido en plata y antimonio (hasta 2.800 ppm y 3.400 ppm respectivamente, en los concentrados de galena).

Si bien era el mineral principal producto de la explotación, no destacaron especialmente los ejemplares de esta especie como tal, sino más bien por constituir la matriz donde se desarrollaron frecuentes cristalizaciones de plata nativa en alambres, a veces en ejemplares de varias decenas de centímetros. En general se presentaba en los filones en forma de "alcohol de hoja", en grandes masas espáticas y gruesamente granuda.

GOETHITA

Fe O OH

Es un mineral ubicuo en las zonas alteradas de los filones de las minas de El Horcajo, encontrándose normalmente en forma de cristales aciculares que cubren y tapizan las geodas de cuarzo o de goethita masiva, de un color marrón oscuro a marrón dorado que han llegado a confundirse con cacoxenita. Su identidad ha sido confirmada por difracción de rayos-X.

También aparece en estas minas en forma de masas botroidales, mamelonar, arborescente, negras, brillantes y aterciopeladas, sobre las que se desarrollan cristales de piromorfita, cerusita, etc.

KINTOREITA

Pb Fe₃ (PO₄)₂(OH, H₂O)₆

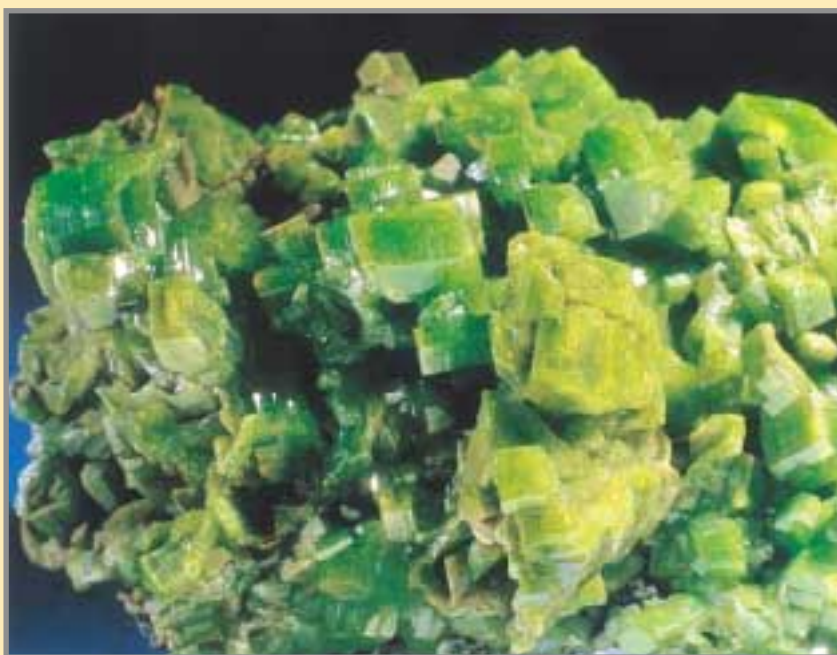
En el curso de un estudio analítico mediante microsonda electrónica de los minerales secundarios de El Horcajo se identificaron en el año 1994 unos ejem-

plares que recordaban, en parte, a los cristales de plumbogummite de esta localidad, pero de un color amarillento a marrón oscuro que hacía presagiar que pudieran corresponder con algún otro término del grupo alunite-jarosita. Los análisis efectuados indicaron la presencia fundamental de Pb, Fe y P, con poco Al y ausencia de azufre, por lo que se describieron como "lusungita" en el artículo que fue publicado en el número 0 de la revista Bocamina. Un año después, el mineral era redefinido como una nueva especie por Pring et al. (1995), basándose en ejemplares de "Kintore Open Cut", en Broken Hill (Australia), de donde toma el nombre, los cuales son en todo idénticos en apariencia a los de El Horcajo. En esta última localidad se presenta en cristales romboédricos agudos, con tamaños que no suelen superar los 2 mm. No es especialmente rara, y aunque es un mineral tardío (a veces se encuentran cristales sobre piromorfita y goethita), también se han encontrado "moldes" de cristales de kintoreita epimorfizados por "limonita".

LINARITA

Pb Cu (SO₄) (OH)₂

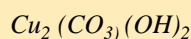
Se cita por primera vez en El Horcajo por Sáinz de Baranda (1991). En esta localidad es un mineral frecuente aunque escaso, apareciendo normalmente como cristales tabulares aislados crecidos en los huecos de la galena, o bien en grupos de cristales aciculares que se desarrollan en las cavidades de la cerusita



Drusa de cristales gruesos verdes de piromorfita. Colección: Museo de Geología de la Ciudadela. Barcelona. Foto: J. M. Sanchis.

masiva, de un color azul intenso, y tamaños que raramente superan los 2 mm. También se ha reconocido en forma de costras de diminutos cristales en la mina San Germán, junto con cerusita, anglecita y supuesta caledonita.

MALAQUITA



Se ha encontrado como producto de alteración de la calcopirita, en forma de masas pulverulentas y pequeños grupos esféricos, de estructura fibroso-radiada.

PIRITA



Es un mineral relativamente frecuente en las mineralizaciones de El Horcajo, si bien actualmente se encuentra muy alterado y normalmente de forma masiva. Aparece en masas granudas relacionadas con el cuarzo y en pequeños cubos sobre ankerita y junto con la calcopirita.

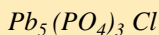
PIROLUSITA



Se ha encontrado en El Horcajo, como pequeños cristales tabulares de tamaños submilimétricos y color pla-

teado, sobre cuarcita. Es un mineral muy escaso.

PIROMORFITA



“Los más hermosos ejemplares de España...se recogen con abundancia en las minas de Horcajo, La Veredilla y el Valle de Alcudia, por la parte de Navalmedio”. Así comienza Calderón (1910) la descripción de la piromorfita en la Región de Castilla, y continúa informando de dónde se encuentran los mejores ejemplares (uno de los cuales es representado en una fotografía anexa de su trabajo), y de los hábitos frecuentes de ésta.

Las piromorfitas de El Horcajo son mundialmente conocidas por la riqueza morfológica de sus cristalizaciones. Hasta un total de 28 formas diferentes han sido descritas por Pardillo y Gil (1916), de las cuales 9 eran formas ya conocidas anteriormente en piromorfitas de otras localidades (la siguiente localidad en abundancia de formas conocida en aquella época era Diahot, en Nueva Caledonia, con 10 formas diferentes descritas por Lacroix). Localidades clásicas como Friedrichsseggen, Ems, o Sarabus, Cerdeña, únicamente contaban con 4 ó 5 formas conocidas, los prismas (1010), (1120), la bipirámide (1011), y por supuesto el pinacoide (0001). Estas formas son igualmente las



Cristales ligeramente abarillados de piromorfita, con zonado de color. Colección: J. Fabre. Foto: J. M. Sanchis.

más frecuentes en las piromorfitas de El Horcajo, apareciendo también entre las formas conocidas (2130), (2021), (2131), (3034), y (5054), y entre las formas nuevas (6067), (90910), (6065), (9097), (4043), (7075), (3032), (8085), (5053), (7074), (8087), (3031), (4154), (4152), (20 5 25 8), (9 3 12 5), (15 5 20 7), (12 4 16 3), y (8 4 12 1), éstas últimas nueve consideradas como raras, inseguras y “vecinas”.

Además, estos autores describen 3 leyes de maclas hasta entonces desconocidas, a saber, (2243), con cuatro ejemplares reconocibles, (1011), con 2 ejemplares, y (4045), únicamente reconocible en un ejemplar.

El hábito más frecuente encontrado en la piromorfita de El Horcajo es el prismático, con gran desarrollo del prisma (1010), estriado horizontalmente en la mayoría de los casos, con caras lisas subordinadas de los prismas (1120) y (2130), que se manifiestan como un estrecho bisel que modifica las aristas del prisma, y terminados en la base (0001), siendo muy frecuente también la aparición de la bipirámide (1011), y menos la (2021). Los pinacoides pueden mostrar superficies planas, o bien superficies constituidas por motivos hexagonales en relieve que se ponen de manifiesto por iluminación bajo una intensa luz reflejada.

Los cristales aciculares son también frecuentes, siendo característicos de esta localidad los grandes ejemplares



Cristal de piromorfita con crecimiento desproporcionado de una faceta de pirámide y zonado de color. Colección: J. Fabre. Foto: J. M. Sanchis.



Cristales con tono amarillo en el cierre de los prismas. La individualización de cristales produce unos dientes de sierra. Colección: Folch. Foto: F. Piña.

centimétricos constituidos por cristales prismáticos largos a aciculares, de tono verde manzana intenso, que se recuperaron durante las primeras etapas de la explotación de la mina.

En otros casos, la distinta velocidad de crecimiento de las caras del prisma respecto a los pinacoides basales origina cristales “huecos” o en tolvas. También es frecuente la sobreimposición de distintas generaciones de cristales de piromorfita, especialmente cristales aciculares que crecen perfectamente orientados sobre individuos más gruesos preexistentes.

Mucho más escasos son los cristales tabulares, con escaso desarrollo prismático y pequeñas caras piramidales. En estos casos, los cristales suelen aparecer individualizados, y su tamaño también es menor.

En la mina “San Germán” son más frecuentes los hábitos abarillados de perfil convexo; el color de las piromorfitas de esta mina suele ser invariablemente de un marrón rosado muy característico.

El color de la piromorfita de El Horcajo es también muy variado, desde el incoloro con transparencia absoluta, al blanco, grisáceo, negro, amarillo melado, pardo o marrón a rosado. Los tonos amarillos pasan gradualmente al verde, que está representado por una amplia gama de tonalidades.

No son raros los zonados de color y transparencia dentro de un mismo cristal, más patentes por el alto contraste entre las zonas internas, opacas y amarillas, y las externas, transparentes y verdes. Los zonados pueden ser paralelos o per-

pendiculares al eje c. Normalmente, ambos tipos son mutuamente excluyentes, y rara vez se presentan simultáneamente en un mismo cristal. Un zonado característico es el de “reloj de arena”, por repetición de láminas en secuencias simétricas respecto al centro del cristal, y progresivo aumento de su superficie hacia los pinacoides.

Un estudio más reciente de la piromorfita de El Horcajo realizado por Caballero et al. (1973) ha puesto de manifiesto que se trata de ejemplares muy puros, con casi nulas sustituciones de Pb por Ca y Sb, y de P por As. Sin embargo, un estudio más sistemático sobre la composición de cristales zonados podría aportar alguna luz sobre el origen del mismo.

PLATA NATIVA

Ag

Es citada por Quiroga (1894), capilar, sobre galena. Más detalles aporta Calderón (1910), quien la describe además en forma filamentosa procedente de una zona profunda de la mina “Ana María” y en planchas sobre cuarzo. Desde luego, debió ser un mineral frecuente en el filón “Ana María”, pues entre los ejemplares de mineral seleccionados por Ceferino Avecilla para su informe como Director Gerente sobre el estado de las minas en el año 1878, incluye 18 muestras de plata nativa de los 26 ejemplares seleccionados del filón (incluyendo, además, una piromorfita, 5 galeas y 2 muestras de roca de caja del

filón). Un año antes recibían los museos de Historia Natural y de la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid dos muestras de plata nativa filamentosa sobre cristales cubo-octaédricos de galena procedentes de la mina “Nuevo Perú”.

Del Pozo “Argentino” salieron abundantes muestras de plata en rama durante los primeros periodos de explotación de las minas. Se encontraba frecuentemente en los hastiales del filón “Alberto”, en forma de filamentos incluidos en una arcilla que los mineros llamaban “calichón” (Hervada, 1894). También se encontraba de forma masiva, aunque bajo el microscopio se apreciaba una estructura fibrosa. Para recuperar con más facilidad esta plata en la explotación, los mineros recubría la galería con arcilla antes de la explosión durante las fases de arranque (informe inédito de la Memoria de Laboreo realizada en el año 1894 por Hilario Hervada).

Actualmente es difícil encontrar algún ejemplar de plata nativa en las escombreras de las minas. Estos suelen ser grupos arborescentes y filamentosos de hasta 5 mm de longitud máxima, que crecen libremente en las oquedades de la cuarcita, junto con piromorfita de color marrón-verdoso.

Algo más frecuente aparece actualmente en las escombreras de la mina “San Germán”, en forma de pequeños alambres y masas arborescentes sobre goethita, y siempre asociada con cobre nativo.

Destacamos por su singularidad una importante donación de un ejemplar de plata nativa capilar recibida en



Trapezoedros trigonales de plumbogummita de El Horcajo (x 130). Foto: Lab. Centralizado de la Escuela de Minas de Madrid.

el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid en el año 1877, regalo de Avecilla y Compañía, cuya carta de acompañamiento se transcribe textualmente por su interés:

Madrid 5 de Febrero de 1877.

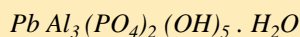
Muy Sr. nuestro: En la explotación de uno de los filones de galena argentífera de nuestra mina denominada "NUEVO PERU" que se halla situada en la bajada del Puerto del Horcajo, en la vertiente meridional de Sierra Morena, término municipal de Almodóvar del Campo, provincia de Ciudad Real, se han hallado en las paredes de pequeñas oquedades, adherencias de plata nativa en hilos capilares.

Se presentó últimamente una oquedad de mayores dimensiones, de cuyas paredes se recogieron unos seis kilogramos de estos hilos y se arrancaron dos muestras que miden próximamente 0,30 metros cuadrados cada una, y que creyéndolas de un mérito especial, ha acordado esta Compañía regalarlas a los Gabinetes de Historia Natural y Escuela de Ingenieros de Minas.

Rogamos a V. se digne aceptar una de ellas, que le remitimos, y aprovechamos con gusto esta ocasión de ofrecernos de V. atentos s. s. q. B. S. m.

Avecilla y Cía.

PLUMBOGUMMITA



Reconocida por primera vez en El Horcajo por Sainz de Baranda (1994). Es



Ejemplar con solape de formas poco definidas. El detalle del ramillete de cristales de la parte superior se encuentra fotografiado en la página 59. Colección: J. Fabre. Foto: J. M. Sanchis.

un mineral muy abundante en estas minas, aunque por su aspecto pasa muchas veces desapercibido. Se encuentra en forma de cristales romboédricos, transparentes e incoloros, a veces con un débil tinte azulado, tapizando grandes superficies de la cuarcita, y formando la matriz para una generación tardía de cristales de piromorfita. Asimismo aparece en grandes agregados cristalinos con huecos tapizados por pequeños cristales de coloración blanca, grisácea, rosa o verde azulado. Los análisis realizados indican una gran pureza de los ejemplares, con un contenido muy bajo en Fe, As y S, y trazas de Cu, por lo que su composición es

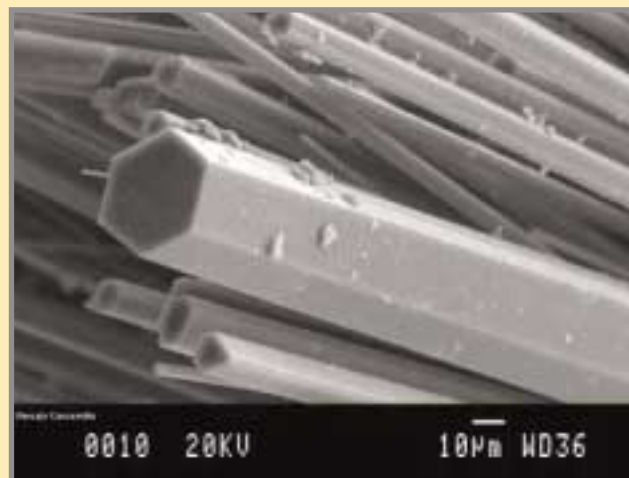
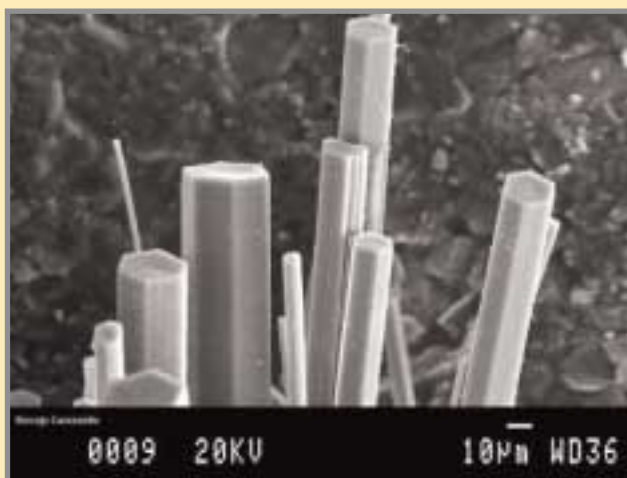
casi estequiométrica, y varía entre $\text{Cu}_{0,02}\text{Pb}_{0,98}\text{Al}_{2,88}(\text{PO}_4)_2$ hasta $\text{Cu}_{0,02}\text{Pb}_{0,99}\text{Al}_{3,02}(\text{PO}_4)_2$ (datos proporcionados por J. González del Tánago, com. pers.). Bajo suficientes aumentos, como en una imagen SEM, se aprecian perfectamente los trapezoedros trigonales de los cristales de plumbogummita, como en la imagen de esta página.

Otra morfología característica de la plumbogummita de El Horcajo es como recubrimientos de cristales de piromorfita, a los cuales llega a sustituir por completo, formando bellas pseudomorfosis que conservan la morfología hexagonal del cristal primitivo, o bien epimorfos so-

EL HORCAJO

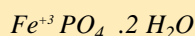


El mismo ejemplar de piromorfita fotografiado por ambos lados. También se observa un tono amarillo selectivamente dispuesto en los extremos. Tamaño: 2,5 cm. Colección: L. Mendieta. Fotos: J. M. Sanchis.



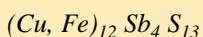
bre cristales de piromorfita ya desaparecidos, muy similares a los clásicos ejemplares de las minas “Roughton Gill” y “Dry Gill”, en el distrito minero de Caldbeck Fells, Cumbria (Cooper y Stanley, 1990).

STRENGITA



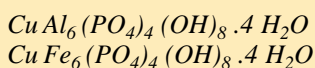
Es el fosfato más escaso en la paragénesis de hierros fosfatados de El Horcajo. Hasta ahora sólo se han encontrado unos pocos ejemplares en la zona de las escombreras de las minas, en forma de pequeños cristales (1 mm - 2 mm) de color rosado o incoloros y transparentes, en agrupaciones en abanico tan características para la especie, asociados con cacoxenita y beraunita. Es uno de los últimos fosfatos en formarse, aunque anterior a la cacoxenita. También se ha identificado formando agregados esféricos semitransparentes, acompañando a la cacoxenita. Estos agregados ofrecen una superficie rugosa compuesta por el crecimiento orientado de múltiples individuos, como se aprecia en la imágenes SEM de la página 67.

TETRAEDRITA



En El Horcajo ha sido reconocida solamente a nivel microscópico como inclusiones en la galena (Palero, 1991). Calderón (1910) la cita junto con calcopirita en forma de tetraedros sobre ankerita. Se encuentra también en la mina “La Salvadora” (Palero, 1991).

TURQUESA CALCOSIDERITA



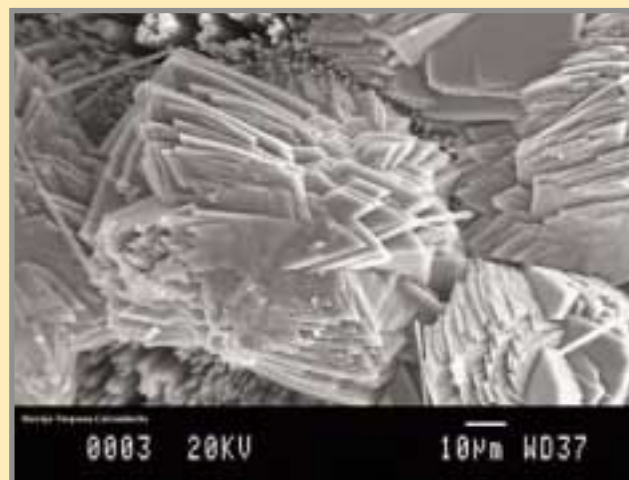
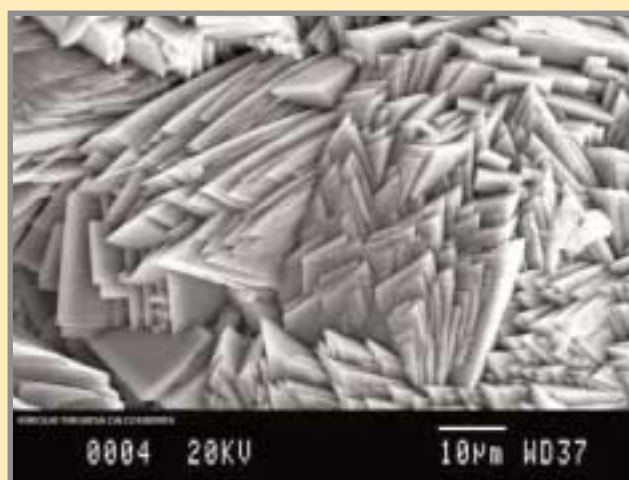
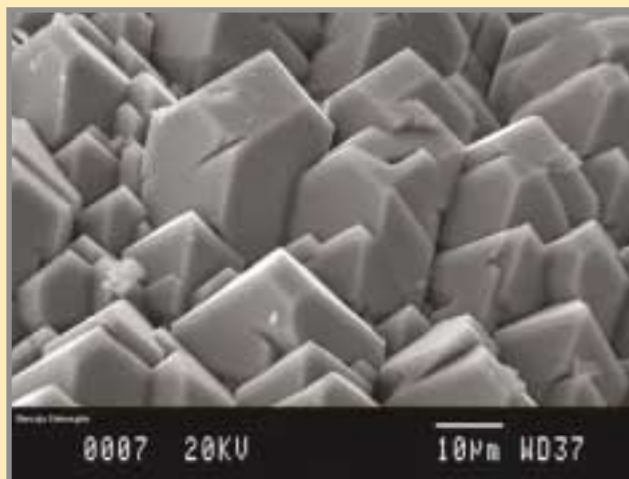
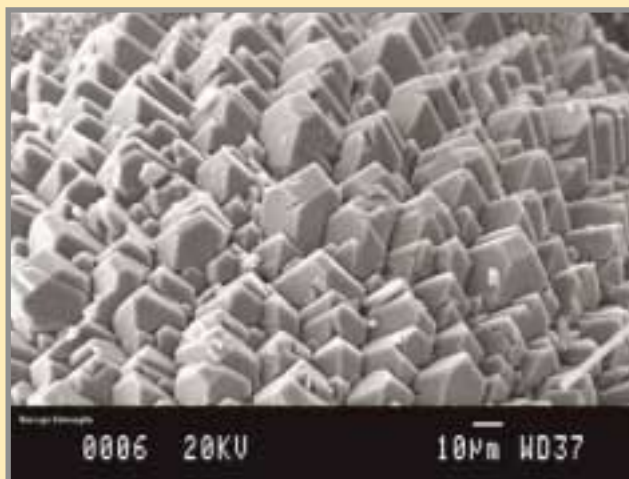
Es el último fosfato que se ha identificado en la paragénesis de hierros fosfatados de El Horcajo, a pesar de que no resulta raro, apareciendo tanto en los terraplenes del AVE junto a la boca Norte del túnel (en forma de vetillas azuladas en la cuarcita y cristales azul-verdosos de hasta 2 mm, tapizando grandes superficies de la roca), como en la zona de escombreras del poblado minero de El Horcajo. En este último caso en forma de bolas verdes o verde-azuladas “pin-

chadas” por cristales aciculares de cacoxenita, o bien constituyendo el núcleo de formaciones radiadas de ésta.

Se han analizado los cristales azulados de la zona de la boca Norte del túnel del AVE, que corresponden a turquesas con un contenido muy bajo en hierro (J. González del Tánago, com. pers.), y también se analizaron los cristales verdosos asociados con cacoxenita, que han resultado ser soluciones sólidas de la serie turquesa-calcosiderita. Imágenes SEM de estos últimos ejemplares pueden verse en la página 67.

OTROS MINERALES

Sin analizar, y con carácter dudoso, se pueden citar los siguientes sulfatos que se encuentran asociados normalmente a la linarita y calcopirita: serpierita, caldonita y brochantita; también entre los fosfatos no analizados por su escasez o pequeño tamaño podría encontrarse posible kidwellita, en glóbulos marrón-amarillentos a verdosos, junto con la cacoxenita. Entre los productos de alteración de la galena se han encontrado masas pulverulentas y costras amari-



lentas que casi con toda seguridad corresponden a bindheimita.

Otros minerales citados por Palero (1991), y que aparecen normalmente sólo a nivel microscópico, son los siguientes: “platas rojas” (posiblemente pirargirita) de El Horcajo, stannina (mina “La Salvadora”) y linneita (mina “La Salvadora”), o la arsenopirita, citada a nivel microscópico por Crespo Lara (1972) procedente del filón principal de El Horcajo. Como clorargirita se ha citado con procedencia de El Horcajo la variedad “huantajayita”, una mezcla mecánica de clorargirita y halita, (Galán y Mirete, 1979). La marcasita es citada por Crespo Lara (1972) entre los minerales descendentes de El Horcajo. La yodargirita acompaña a la piromorfita y cerusita de El Horcajo (Calderón, 1910).

Por último, señalar la posible presencia de minio, que correspondería a un mineral de color rojizo y de aspecto pulverulento sobre piromorfita o intercrecido con plumbogummite (a la que transfiere un característico color rosado), que pudiera corresponder a esta especie, si bien no ha podido confirmarse con análisis específicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su gratitud a las siguientes personas por su intervención y asesoramiento durante la redacción de este trabajo: Juan Viñals, Miguel Calvo, José González del Tánago, Manuel Morales, Antonino Bueno y Manolo Sanchis. Igualmente se agradece la colaboración del Laboratorio Centralizado de la Escuela de Minas de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo (1984): Libro del Centenario. Peñarroya-España. Madrid. 767 pags.

Avecilla, C. (1878): Minas del Horcajo pertenecientes a la compañía comandataria denominada La Minería Española. Madrid. 18 pags.

Caballero, A., Doval, M. y Martín Pozas, J.M. (1973): Estudio mineralógico de la piromorfita de Horcajo (Ciudad Real). Bol.Geol. y Minero, T. LXXXIV, 504-515.

Calderón, S. (1910): Los minerales de España. Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas. Madrid. 2 vols.

Cooper, M.P. y Stanley, C.J. (1990): Minerals of the English Lake District, Caldbeck Fells. Natural History Museum Publications. London. 160 pags.

Crespo Lara, V. (1972): La reserva del Valle de Alcudia y su contexto geológico minero en Sierra Morena central. Bol. Geol. y Minero, T. LXXXIII, 174-180.

Galán, E. y Mirete, S. (1979): Introducción a los minerales de España. IGME. Madrid.

García de Medinabeitia, S. (2003): Implementación y aplicación de los análisis isotópicos del plomo al estudio de las mineralizaciones y geocronología del área de Los Pedroches - Valle de Alcudia (Zona Centro-Ibérica). Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, 207 p.

Gordillo Piñán, J.M. (1992): Nuevos minerales en El Horcajo. Azogue, año II, num. 6.

Hervada, H. (1894): Laboreo. Memoria del Horcajo. Curso 1893-1894. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.

Julivert, M.; Ribeiro, A. y Conde, L. (1972): Memoria explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, escala 1:100.000. IGME.

Madariaga, J.M. (1900): Desagüe eléctrico en las minas del Horcajo (Ciudad Real). Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería, p. 127-9 y 139-40.

EL HORCAJO



Cristales zonados de piromorfita. El Horcajo. Museo Universidad de Santiago de Compostela. Foto: J. M. Sanchis.



Drusa de cristales prismáticos de piromorfita. El Horcajo. Museo El Hombre y la Tierra, de Tenerife. Foto: J. M. Sanchis.

Nriagu, J.O. y Dell, C.I. (1974): Diagenetic formation of iron phosphates in recent lake sediments. *American Mineralogist*, 59, 934-946.

Palero, F. (1991): Evolución geotectónica y yacimientos minerales de la Región del Valle de Alcudia (Sector meridional de la Zona Centroibérica). Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.

Palero, F. J.; Both, R. A.; Arribas, A.; Boyce, A. J.; Mangas, J. y Martín Izard, A. (2003): Geology and metallogenic evolution of the polymetallic deposits of the Alcudia Valley Mineral Field, Eastern Sierra Morena, Spain. *Economic Geology*, vol 98, pp. 577-605.

Palero, F., Both, R.A., Mangas, J., Martín-Izard, A., y Reguillón, R. (1992):

Metalogénesis de los Yacimientos de Pb-Zn de la Región del Valle de Alcudia (Sierra Morena Occidental). En *Recursos Minerales de España*, p. 1027-1068, CSIC, Madrid.

Pardillo, F. y Gil, F. (1916): Piromorfita de Horcajo (Ciudad Real). *Memorias de la Real Soc. Esp. de Hist. Nat.*, tomo X, 311-341.

Piquet, A. (1876): Descripción geognóstica de las minas del Horcajo, explotadas por la Sociedad La Minería Española. *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil*, 42, t. II.

Pring, A., Birch, W., Dawe, J., Deliens, M. and Walenta, K. (1995): Kintoreite, PbFe (PO₄) (OH,H O), a new mineral of the jarosite-

alunite family and lusungite discredited. *Mineralogical Magazine*, 59, 143-148.

Quiroga, F. (1894): *Historia Natural. Mineralogía*, por el Dr. G. Tschermak. Tomo duodécimo. Barcelona.

Quirós Linares, F. (1969): La Minería en el Valle de Alcudia y Campo de Calatrava. *Estudios Geográficos*, XXX, 117. Madrid.

Sainz de Baranda, B. (1991): El Horcajo (Ciudad Real). *Azogue*, año II, num. 3.

Sainz de Baranda, B. (1994): The Horcajo Mines. *The Mineralogical Record*, 25-1, 21-27.

VV.AA. (1994): El Horcajo, la fiebre del plomo verde. *Bocamina*, num. 0, 20-21.



BOCAMINA

Revista de Minerales y Yacimientos de España

www.bocamina.com

PUBLICIDAD, SUSCRIPCIONES Y SOLICITUD DE NÚMEROS ATRASADOS:

Manuel de Torres
El Bosque c/ Alhama, 22
Villaviciosa de Odón - 28670 Madrid
e-mail: m.det.minerales@eresmas.net

Exposición
MINERALES y FOSILES
BARCARES (Mas de l'ille)
Cataluna Francesa
15 y 16 de MAYO 2004
Salida 12
<http://pene.wanadoo.fr/patrick.puig/>

PAMPLONA 2004

8ª FERIA DEL COLECCIONISMO

Fecha: 11, 12 y 13 de junio **PAMPLONA**

Minerales, Sellos, Monedas, ...

Lugar _____

Se confirmará

Organiza _____

**Asociación Navarra de Mineralogía,
Gemología y Paleontología**

Información _____

Teléfono y Fax: 948 222 389
e-mail: artesaniaebano@hotmail.com

Precios Especiales. Hotel para Expositores y Visitantes (previa reserva)

NARBONNE

(Aude - France)

23^{ème} Bourse Internationale
MINERAUX-FOSSILES-GEMMES
Expositions - Ventes - Echanges - Animations

7 et 8 août 2004

Parc des Expositions - Avenue de la Mer
Salle climatisée

GROUPE GEOLOGIQUE DU NARBONNAIS

Tél. : 04 68 32 01 80 et 06 83 21 53 32

<http://www.chez.com/groupegeologiquequennarbonnais>





EL HORCAJO