

TORAL DE LOS VADOS

Flores de cinc

Rebajando una repisa sobre una zona del contacto de la veta, con frecuentes geodas de auricalcita y rosasita.



*Geología y desarrollo histórico de la mina “Antonina”:
Vista parcial de las instalaciones exteriores y escombreras.*



*Un atractivo conjunto de minerales de alteración:
Tapices fibrosorradiados de hemimorfita azul.*



Geoda de auricalcita in situ.



*De nuevo los coleccionistas investigan un yacimiento cerrado:
José Rabadán accede al hueco de la mineralización.*

TORAL DE LOS VADOS

FLORES DE CINC EN LA MINA “ANTONINA”

■ *La mina “Antonina”, localizada en las cercanías de Toral de los Vados (León), explotó desde 1935 una mineralización de plomo, cinc, cobre y mercurio, alcanzando labores de cierta importancia hasta su cierre en 1983. Conocida tradicionalmente por su aragonito azul, la actividad de equipos de coleccionistas revela en el año 2001 la existencia de extraordinarios minerales de alteración, particularmente hemimorfita azul, auricalcita y rosasita, probablemente los más notables conocidos a nivel español.*

Autores:

Miguel CALVO (*)

Fernando TORNOS ()**

Gonzalo GARCÍA (*)**

(*) Museo de Ciencias Naturales de Álava (Vitoria) ; (**) Instituto Geológico y Minero de España ; (***) Bocamina

La mina “Antonina” es una de las más significativas de un importante grupo de yacimientos de zinc-plomo del NO de la Península Ibérica y que engloba también a la mina de Rubiales (ex-

hausta), el yacimiento inexplorado de Santa Bárbara y varias decenas (más de 31) de pequeñas minas. Muchos de estos depósitos fueron explotados a pequeña escala mediante socavones de montaña y zanjas entre 1910 y 1930,

parte de ellas realizadas por la Real Compañía Asturiana de Minas. En los años 1950-1960, Asturiana de Zinc, S.A. realizó una completa exploración del área con apertura de abundantes labores de pequeño tamaño. Es a princi-



Socavón de acceso al hueco de explotación, que discurre en las pizarras grises de la Serie de Los Cabos (Cámbrico Medio - Tremadoc). Foto: G. García, 2002.

pios de los setenta, con el descubrimiento del yacimiento de Rubiales, cuando la zona se convierte en un objetivo prioritario de exploración minera y empresas como Río Tinto Minera, la Minero Siderúrgica de Ponferrada, la Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya España, ENADIMSA, EXMINESA o Outokumpu, exploran en la zona. Durante toda esta época, la mina Antonina, trabajada por la sociedad Río Kúmer, primero para mercurio (concesiones nº 11.319 y 13.016, otorgadas en 1978) y posteriormente para plomo-cinc, está activa de una manera intermitente. Entre 1965 y 1983, es explotada de una manera sistemática mediante un plano inclinado y varios socavones de montaña. Entre 1965 y 1972, se extrajeron unas 185.000 t con leyes del orden de 6.3 % Pb, 3.2 % Zn y 59 g/t de Ag.

Entre 1972 y 1978, la SMMPE investiga la concesión en consorcio con

Río Kúmer, realizando diversos trabajos de superficie, cartografía de detalle, limpieza de labores, desmuestre en la mina, 41 sondeos (15.271 m perforados) y, sobre todo, dos grandes rampas y diversas galerías, cubriendo alrededor de 4,75 Mt con leyes de 4.4 % Pb y 5.4 % Zn sobre una potencia mínima de 2 metros.

Posteriormente, en 1986, EXMINESA (Exploración Minera Internacional, sociedad explotadora de las minas de Rubiales en Lugo y La Troya en Guipúzcoa), realiza un último estudio exhaustivo de las labores y algunos sondeos de interior, llegando a la conclusión de

que los tonelajes no son suficientes para una explotación económica, probablemente 2 Mt con 5.3 % Pb, 5.3 % Zn y 48 g/t Ag.

Inmediatamente al otro lado del Río Sil, en el monte Couto - Pico de la Dehesa, se encuentra la concesión Santa Bárbara, yacimiento de características

ABSTRACT

Located in the neighbourhood of Toral de los Vados (León), the "Antonina" mine worked Pb, Zn, Cu and Hg rich mineralizations from 1935, reaching a certain local importance until 1983 when operations ceased. Traditionally renowned for its blue aragonite, in 2001 the activity of amateur collectors revealed the existence of extraordinary alteration minerals, particularly hemimorphite, aurichalcite and rosasite. These samples are amongst the finest Spanish specimens of their kind.

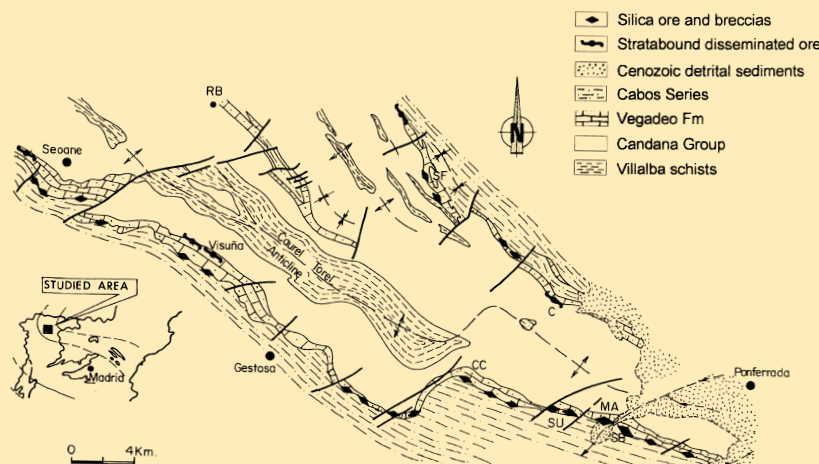
muy similares a la Antonina. Se accede desde Valiña, por una pista al Norte que conducía a las plataformas de los sondeos y a las principales labores, que consisten en seis socavones en dirección en la ladera W del monte Couto, con unos 1.500 m³ de escombreras y similar mineralogía. Aunque las primeras labores fueron efectuadas en 1950 por AZSA, es el consorcio entre SMMPE-ENADIMSA el que entre 1972 y 1984 realizó 55 sondeos y 36 desvíos

El mercurio de la montera del yacimiento fue explotado desde 1978 por la sociedad "Río Kúmer" (mercurio al revés).

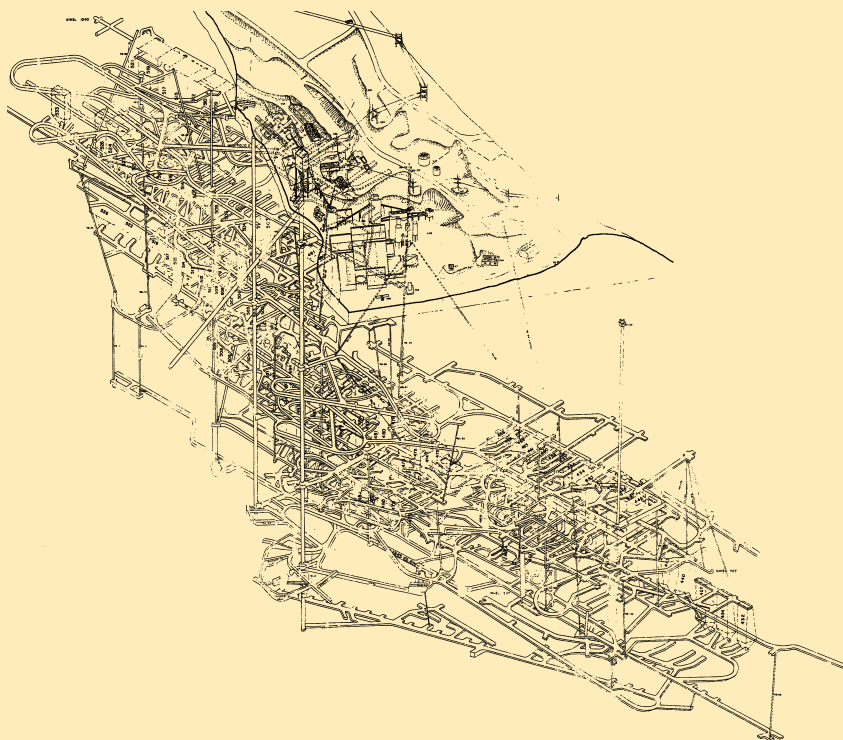


Agregados radiales de auricalcita sobre agujas de goethita. En un segundo plano, cristales de smithsonita sobre goethita irisada forman la matriz de este vistoso ejemplar. Encuadre de 25 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.

GEOLOGÍA



Esquema regional del cinturón de mineralizaciones de Zn-Pb asociados a los contactos del anticlinorio Caurel - Toral. La mina "Antonina" se encuentra en el flanco Sur, al sureste del cinturón. Fuente: Tornos et al (1996).



Impresionante esquema tridimensional del desarrollo subterráneo de la mina de Rubiales (Lugo). Este yacimiento de Zn-Pb, que se encuadra en el mismo contexto geológico que la mina "Antonina", estuvo en producción entre 1977 y 1992, con unas reservas iniciales de 18,6 Mt de mineral de cinc (7,3 % Zn). Fuente: EX-MINESA.

(36.000 m perforados), permitiendo cubicar alrededor de 3 Mt con 5.5 % Pb, 9.2 % Zn y 42 g/t Ag sobre una mineralización de 3 m - 4 m de potencia, aunque es probable que las reservas se puedan incrementar hasta los 4 - 5 Mt.

Sin embargo, el cese de trabajos en la mina de Rubiales (1977-1992), el carácter subeconómico del yacimiento Antonina-Santa Bárbara y la ausencia de descubrimientos significativos en otras zonas han motivado que en estos momentos toda la actividad minera y de investigación esté paralizada.

El acceso a la mina Antonina se realiza desde la carretera de Ponferrada a Orense, por una pista que parte de unos 1.000 m al SW de Requejo. La actividad de una planta de áridos en la proximidad de la mina permite mantener un acceso asfaltado en buen estado, pero condicionado al horario laboral de dicha instalación. Durante un tiempo, el lavadero de la mina y las oficinas se conservaron en mantenimiento pero, en la actualidad, las instalaciones se encuentran en estado de completo abandono.

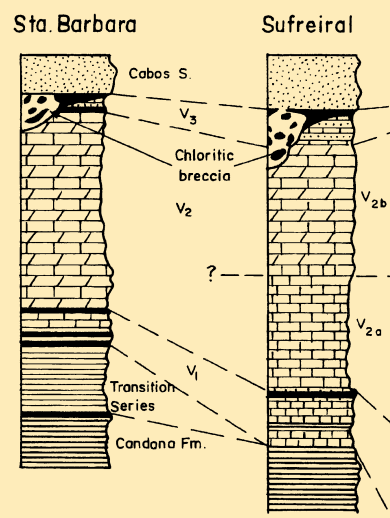
La mayor parte de estos yacimientos se encuentran situados en el contacto superior de la Caliza de Vegadeo (Cámbrico Inferior), con una potente serie de pizarras y areniscas que probablemente corresponda a la Serie de los Cabos (Cámbrico Medio-Ordovícico Inferior), a ambos lados de un anticlinal (anticlinorio de Caurel-Toral) en cuyo núcleo aflora el basamento Proterozoico formado por la Serie de Villalba. Jalonando el contacto a lo largo de más de 40 km hay un nivel muy continuo de dirección entre E-O y NO-SE, subvertical, de rocas silíceas con una potencia que oscila entre algunos centímetros y hasta 3 metros, que hace de él uno de los metalotectos más importantes de Península Ibérica, con contenidos de hasta el 20 % Zn + Pb, 0.3 % Cu y 30 g/t de plata. En este metalotecto es frecuente la presencia de masas y lentejones estratoides de esfalerita y galena con cantidades más accesorias de pirita y calcopirita con trazas de arsenopirita, glaucodot, bismutinita, gersdorfit, bismuto nativo, sulfosales de Pb-Bi-Ag y tetraedrita en una ganga de cuarzo y calcita con algo de dolomita, barita y clorita.

Esta mineralización está muy afectada por la fracturación posterior, dando lugar a venas de cuarzo con sulfuros en las que domina la calcopirita sobre la esfalerita y galena. Todos estos sulfuros han sufrido una intensa alteración supergénica hasta los 30 m - 40 m de profundidad, lo que se ha traducido en la presencia de abundantes cavidades rellenas de cinabrio, smithsonita, cerusita y otros muchos minerales supergénicos entre los que se incluye anglesita, hemimorfita, malaquita, azurita, marcasita, calcosina, covellita, crisocola, auricalcita, rosasita, coronadita y goethita. La aparición de cinabrio es especialmente llamativa y es debida a que la esfalerita tiene elevados contenidos en mercurio. Al disolverse ésta por la alteración supergénica, el cinabrio precipita como agregados pulvulentos en venillas o tapizando huecos dejados por los antiguos granos de esfalerita.

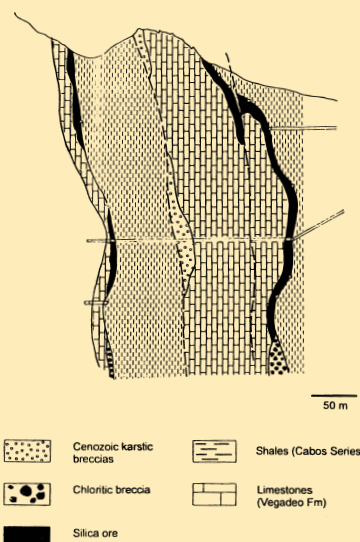
Exclusivamente en la zona más profunda de las minas Antonina-Santa Bárbara, las rocas silíceas pasan lateralmente a una brecha con fragmentos de calcita espática y de carbonatos encajantes cementados por clorita y sulfuros, similares a los anteriores aunque con más riqueza en galena. No se conocen exactamente las relaciones de esta bre-



Venas de esfalerita en la mina "Santa Bárbara", que se encuentra en la otra orilla del Sil, frente a la "Antonina". Foto: F. Tornos.



Columnas de mineralizaciones ligadas al miembro superior de la Caliza de Vegadeo (Cámbrico Inferior). Fuente: Tornos et al (1996).



Sección esquemática de la mineralización de la "Antonina". El mineral se encuentra en el contacto de las pizarras de la Serie de Los Cabos y las calizas de la Formación Vegadeo. El mineral silicatado pasa en profundidad a una brecha clorítica con esfalerita. Fuente: Tornos et al (1996).

cha con la mineralización silícea, ya que ésta sólo ha sido observada en sondeos y en una de las galerías de exploración más profundas de la Mina Antonina. Sin embargo, la gran potencia de este tipo de mineralización (4 m - 7 m de media, pero hasta 70 m localmente) y las leyes relativamente elevadas, hacen que éste sea el tipo de mineralización económicamente más interesante.

Un segundo tipo de mineralización aparece al este de Visuña, en la parte basal de la Caliza de Vegadeo, unos 15 m - 20 m por encima del contacto con las areniscas y pizarras del Grupo de Cándana (Cámbrico Inferior) infrayacente. En un tramo de 3 a 20 metros de potencia hay diseminaciones estratoides muy localizadas de esfalerita pobre en hierro con galena y trazas de pirita y calcopirita en un mármol blanco sacaroideo. Los trabajos mineros se reducen a unas pequeñas galerías que intentaron explotar unas zonas de removilización en las que las esfalerita era de grano más grueso y era más masiva. Esta mineralización se localiza aproximadamente en el mismo horizonte que el yacimiento de Rubiales, que encaja en una alternancia de pizarras y calizas.

A grandes rasgos, este tipo de mineralización se formó durante la orogenia hercínica por circulación de grandes cantidades de fluidos hidrotermales poco salinos a temperaturas de entre 150° C y 250° C, a favor del contacto entre las rocas detríticas de la Serie de los Cabos y la Caliza de Vegadeo, que era un acuífero de primer orden. Estos fluidos ha-



Contacto neto entre las pizarras y las calizas, en una zona sin mineralizar. Mina "Antonina". Foto: F. Tornos.

bían extraído los metales y el azufre de las rocas sedimentarias encajantes, muy posiblemente las pizarras, areniscas y calizas. Los metales precipitaron al reaccionar estos fluidos, calientes y relativamente ácidos, con las calizas.

LA INVESTIGACIÓN DE LOS COLECCIONISTAS

La mina de Toral de los Vados no es una referencia clásica, ya que todos los trabajos se limitan al siglo XX. Sin embargo, durante su período de actividad como mina de montaña



El cinabrio tiene una amplia dispersión por las zonas oxidadas de la mineralización. Se libera por la alteración de la esfalerita, y ha sido objeto de explotación en las fases tempranas de la mina. Encuadre de 15 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Grupos radiales de auriferos, desarrollados en una pequeña geoda de smithsonita. Encuadre de 20 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.

y a lo largo de la extensa zona oxidada de la veta, nos resulta obvio el hecho de que, sin duda, cortarían zonas que resultarían llamativas por su colorido, aunque en aquellos tempranos tiempos no llegara a producirse una dispersión significativa de muestras que se conserven hoy en las colecciones.

Los trabajos de Peñaroya en 1975 y otros posteriores se centran en la valoración y estudio de la mineralización sin alterar, de modo que el gossan de interés quedó fuera de la investigación moderna, y por ello se generalizó el aragonito azul como el mineral coleccionable más representativo del yacimiento.

En el año 2001, un equipo de co-

leccionistas venidos desde Alemania deciden investigar la mina Antonina. Bajando por el plano inclinado principal llegaron a la mineralización brechoide, donde localizaron el aragonito cuproso. No debió resultarles difícil localizar el socavón del Piso 3º y penetrar a las labores de la montera, donde hurgando por las zonas más accesibles obtuvieron variados ejemplares que rebasaron con mucho el interés mineralógico del aragonito. En octubre de ese año, la revista "Lapis" publicaba un trabajo que, bajo el título genérico de "Bunte Calcite aus Spanien", refiere de forma certera el hallazgo de "minerales azules de Toral de los Vados", concretamente el ara-



Galena en fractura reciente, sobre una llave de la veta explotada. Foto: G. García, 2002.

gonito, hemimorfita, auriferos, smithsonita, cerusita, rosasita y malaquita en la mina "Antonio" (manteniendo el mismo error en el nombre de la mina que el que registra la Hoja Militar a escala 1:50.000).

Publicada la referencia, los coleccionistas españoles se movilizan sin tardanza, y antes de acabar el año ya se obtuvieron ejemplares, explorando nuevas zonas de la mina y ampliando el alcance de la investigación, fruto de la cual es este artículo. Dos equipos de mineralogistas trabajan en paralelo. Por una parte, Mariano Hedrosa, José Rabadán y Emiliano Cabezón, y por otra dos coleccionistas de la zona, Humberto Prada y José Fernández. Ambos equipos contactan con BOCAMINA y se decide iniciar este trabajo. Como casi siempre sucede, la información relativa a la mina es escasa y se encuentra dispersa, siendo preciso indagar en la Dirección de Recursos Minerales del IGME (problemas de agenda impidieron obtener datos en la Jefatura de Minas de la provincia de León, donde aún se conservan buena parte de los expedientes) y en algunos documentos obtenidos en los restos de las instalaciones de la propia mina, donde en 1998 un equipo de esta revista tuvo un primer contacto con la "Antonina". Sólo tres años más tarde, buena parte de las instalaciones habían sufrido un importante deterioro, como lamentablemente sucede en tantos otros casos, con grave pérdida de información y de patrimonio industrial.



Detalle de la mineralización (galena) aflorando en la cantera de caliza del Alto de la Foya. Foto: J. M. Sanchis, 2002.



Muestra del mineral silicatado de la "Antonina". Galena (oscura) y esfalerita (marrrón) en matriz de cuarzo. Foto: F. Tornos.

MINERALOGÍA

Sin duda la zona más relevante del yacimiento desde una óptica mineralógica de colección es la montera, desde sus afloramientos en la montaña y rebajando cota desde ellos en toda la extensión en que la oxidación ha afectado a la mineralización primaria de calcopirita, galena y esfalerita, principalmente. La alteración de estos sulfuros, cuyos relictos son observables en diferente medida en la zona de gossan, ha liberado los metales permitiéndolos reaccionar con las litologías del medio, originando una gama de silicatos y carbonatos que componen la paragénesis supergénica que ha captado nuestra atención. El metal más resistente a la oxidación es el plomo, el cual está presente con abundancia al estado de sulfuro o galena, aunque de forma periférica ha sido reemplazado a cerusita, anglesita y coronadita. La blenda aparece muy deshecha y quebradiza, y su transformación ha liberado una cantidad importante de cinabrio intersticial que ha sido objeto de explotación. La calcopirita está presente en pequeños granos milimétricos dispersos en la masa cuarzosa de la veta, casi siempre con sus zonas de borde alteradas a calcosina u otros sulfuros secundarios. Aunque estos minerales primarios son los explotables desde una óptica minera, estos no han sido vistos cristalizados en su zona primaria de brecha clorítica ni mucho menos en el gossan, por lo que su interés mineralógico es prácticamente nulo. El área investigada durante este trabajo se extiende por el entorno del Piso 3º y la escombrera de su soca-



En la cantera que trabaja sobre la caliza de la Formación Vegadeo (en actividad), también se han recogido minerales de alteración de la "Antonina". Foto: J. M. Sanchis, 2002.

vón, en una longitud vertical de unos 30 m, que es lo que ha resultado más accesible por el momento. No ha sido investigada la parte del yacimiento entre las cotas 592 y 610, aunque cabe extrapolar una cierta continuidad de lo observado por encima y por debajo de dichas cotas.

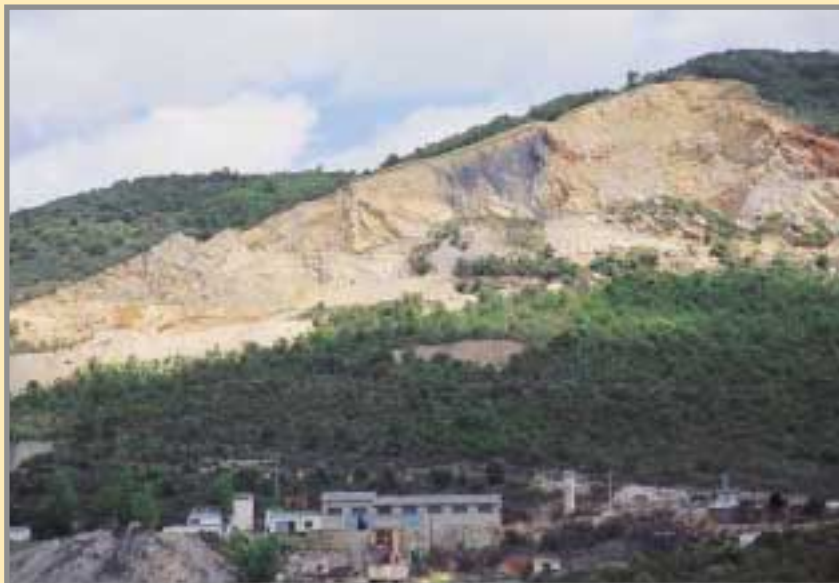
ESFALERITA

Zn S

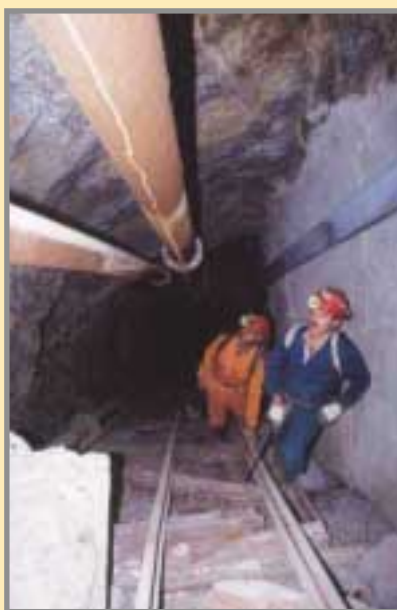
La esfalerita, que fue el principal mineral primario explotado en esta mina, se encuentra en forma masiva, gruesamente granuda, con diferentes tonos de color dependiendo del contenido de hierro. La más oscura presenta abundantes inclusiones de calcopirita. La de color más claro tiene un cierto contenido de mercurio.



Dos generaciones de hemimorfita muestran una diferente intensidad del color azul. Su perfecta exfoliación permite distinguirla del aragonito sin dificultad. Ejemplar de 40 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Vista general de la mina "Antonina" y de la cantera de caliza del Alto de la Foya. El plano inclinado principal (Plano n° 1) se encuentra a la cota de las instalaciones, y las escombreras a media ladera señalan la posición de los socavones que cortan al filón durante su etapa de "mina de montaña". Foto: G. García, 2002.

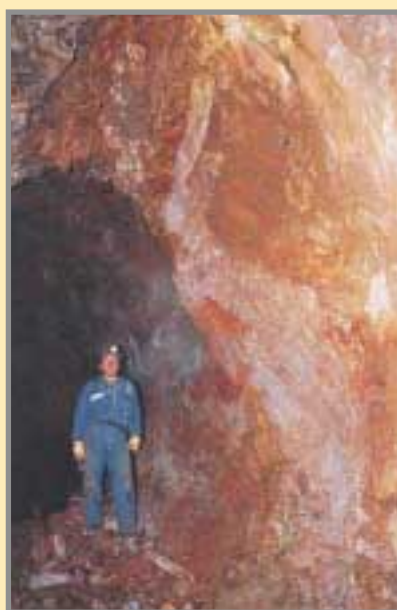


El plano inclinado da acceso a las cotas más bajas de la mineralización (brecha cloritica), donde no se han observado oxidaciones de la mena. Foto: M. Hedrosa, 2001.

GALENA

Pb S

La galena aparece como masas cristalinas exfoliables y como secciones de cristales cúbicos, de varios centímetros, dentro del cuarzo. Estas masas están rodeadas a veces de una aureola de alteración formada por una mezcla de cerusita y anglesita, de color negro. Localmente es muy abundante, siendo observados paquetes de varios kilos en la matriz limonítica de algunas llaves de la veta.



El cinabrio nunca llega a formar cristales visibles, mostrando un aspecto pulverulento anaranjado muy poco atractivo. En la imagen, impregnaciones en el hastial del reemplazamiento. Foto: G. García, 2002.

Otras veces aparece mucho más dispersa, a modo de salpicaduras milimétricas brillantes en el seno del cuarzo. No se han observado cristales aéreos.

CALCOPIRITA

Fe Cu S₂

La calcopirita es relativamente frecuente, sólo o acompañada de pirita, en forma de pequeñas masas en el cuarzo, generalmente muy alteradas a óxidos de hierro. Se encuentra además como gra-

nos de algunos milímetros dentro de la galena y como inclusiones microscópicas en la esfalerita. No se ha observado cristalizada.

PIRITA

Fe S₂

Aparece en forma masiva asociada a la calcopirita o como granos en la galena. En este yacimiento no se han encontrado cristales significativos.

CINABRIO

Hg S

El cinabrio se encuentra abundantemente en forma pulverulenta, tapizando huecos en el cuarzo, o asociado con smithsonita, como producto de la alteración de la esfalerita mercurífera (generalmente la esfalerita de los yacimientos del metalotecto es mercurífera en alguna medida). También se encuentra mezclado por arcillas en rellenos kársticos como resultado de su movilización por las aguas superficiales. Tiene un color anaranjado a rojo pálido, terroso y con brillo mate, sin vistosidad. En algunas zonas de la parte más alta de la mineralización el cinabrio era suficientemente abundante como para justificar su explotación, independientemente de los minerales de cinc y plomo, que eran los más importantes en esa mina. Entre 1960 y 1972 la empresa "Río Kumer", cuyo nombre está formado por la inversión de las sílabas de la palabra "mercurio", obtuvo cantidades poco significativas de este mineral. También se encuentra cinabrio primario como inclusiones microscópicas en la esfalerita. Ocasionalmente ha aparecido también cinabrio secundario en forma de inclusiones en cristales de cerusita.

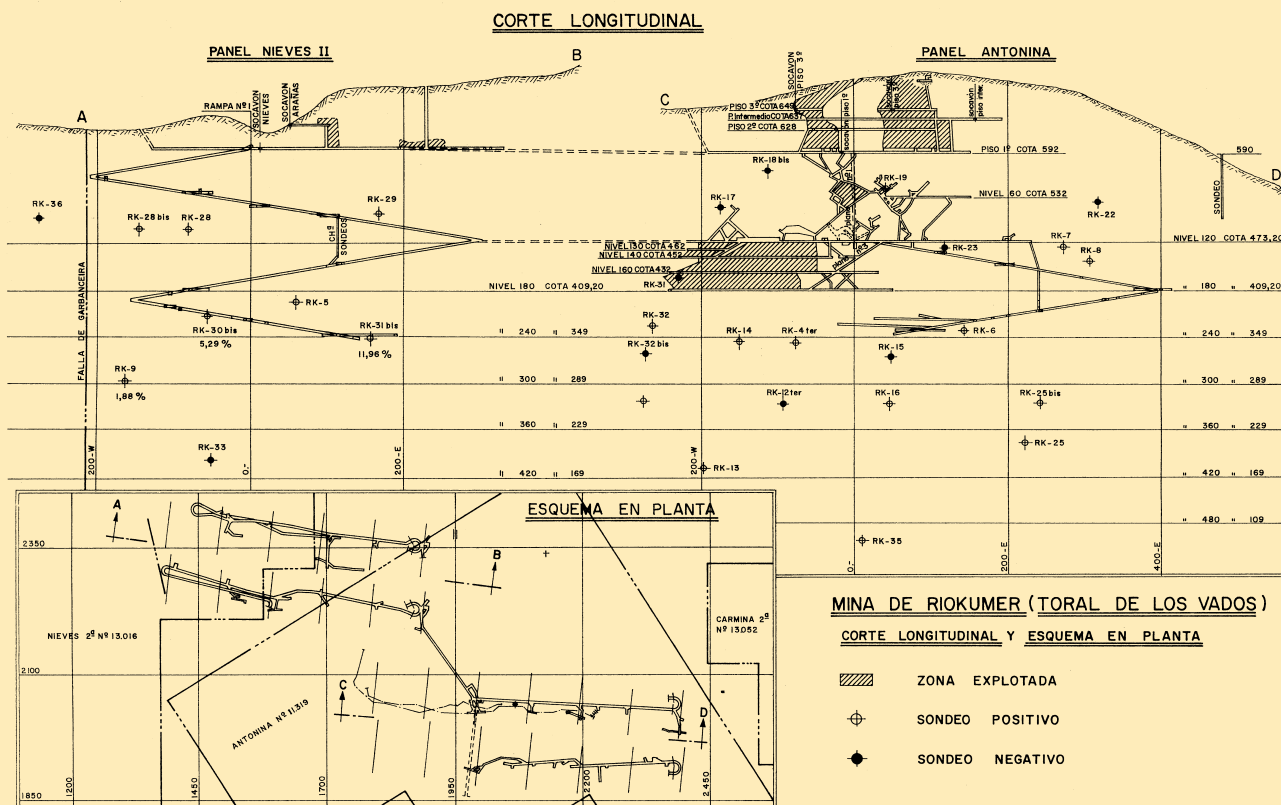
CALCITA

Ca CO₃

Aparece como grupos de cristales de hasta 2 cm brillantes, pero generalmente muy toscos, debido a fenómenos de disolución, que en algunos casos han creado cavidades internas en algunas zonas de los cristales. La calcita de este aspecto recubre con profusión las cavidades kársticas de la caliza sin silicificar. La particularidad más notable de los cristales es la presencia de inclusiones de óxidos en forma de dendritas o como nubes de diminutos granillos.



Hemimorfita azul, vista por transparencia. Masa cristalina de 60 mm, con estructura bandeada. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Huevo explotado del Panel "Antonina", a la cota 649 o Piso 3º. Obsérvese la fuerte inclinación de la veta, buzante hacia el Sur. Foto: G. García, 2002.

GREENOCKITA

CdS

Asociado a la esferalerita más o menos alterada, se observa con alguna frecuencia un material pulverulento de color amarillento verdoso, aunque la especie no ha sido analizada, ni en

la bibliografía se refieren contenidos significativos en cadmio para las esferaleritas del metalotecto.

CUARZO

SiO_2

Con independencia de su aparición como constituyente principal de la veta, han podido verse algunos cristales prismáticos incoloros de pequeño tamaño (máximo 1 cm), en diversas cavidades del gossan. Algunos son más turbios y lechosos, con un desarrollo desequilibrado de las seis facetas de la seudopirámide.

CORONADITA

$Pb(Mn^{4+}, Mn^{2+})_8O_{16}$

La coronadita se encuentra como pequeñas formaciones botroidales de color negro (máximo diámetro 1 mm), asociada con el resto de minerales secundarios. Es bastante abundante, especialmente asociada a hemimorfita y a smithsonita, que con frecuencia la recubren en parte. En las condiciones del interior de la mina la coronadita está impregnada de agua, con el aspecto de un salpicado intenso de bolitas brillantes y turgentes sobre la matriz. Al secarse, las finas capas concéntricas que forman las costras pierden coherencia, y el mineral se hace más friable y con brillo mate.

En España, la coronadita había sido citada anteriormente solamente en la mina San José, en San Martín de Oscos (Asturias) (IGME Mapa Geológico a escala 1:50.000 Hoja nº 49). Sin embargo, la coronadita es probablemente un mineral más común de lo que parece, habiendo pasado inadvertido en muchos yacimientos al suponer que se trataba de pirolusita.

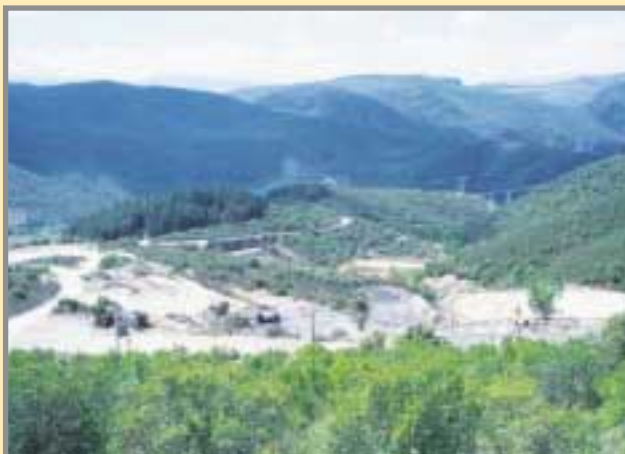
ARAGONITO

$CaCO_3$

La presencia en la mina Antonina de este mineral como recubrimientos, y en formaciones botroidales, estalactíticas o gruesamente coraloides se conoce desde hace mucho tiempo. Las costras más gruesas están formadas por una multitud de bandas paralelas de distintos tonos de azul, algunas muy pálidas, casi blancas, con estructura fibrosa perpendicular al desarrollo de las láminas. Se han recuperado ejemplares de mas de 15 cm de espesor, con superficies de hasta 40 cm (Augsten, R., 2001), procedentes de recubrimientos de superficies de tamaño métrico. El exterior de estos recubrimientos puede ser liso, opaco y mate, o bien estar formado por un tapiz apretado de cristales aciculares de aragonito, casi incoloros, formando agregados divergentes. Estas costras de aragonito son



Delicado grupo radial de auricalcita, en una cavidad de la limonita. Encuadre de 15 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada.. Foto: F. Piña.



Vista de los restos de las instalaciones de la mina "Antonina", desde el socavón del Piso 3°. En un segundo plano, ocupando la depresión del arroyo de Valdeparada, la balsa de estériles. Al fondo, el valle del río Sil. Foto: G. García, 2002.



Estrecha entrada desde el socavón al hueco explotado (flecha), y labores de gran verticalidad. Foto: G. García, 2002.

susceptibles de un buen pulido, y de hecho se han preparado placas cortadas transversalmente al bandeado para decoración. Una gran colada de este mineral puede aún observarse descendiendo por el plano inclinado principal, en el nivel 120 de la mina.

El aragonito coraloides suele ser gruesamente cristalino, más pálido que el de

las formaciones bandeadas, y con el color distribuido de forma heterogénea. En muchas zonas se aprecia que, incluso macroscópicamente, el color se debe a la interposición de cristales laminares de auricalcita.

También aparecen ejemplares de aragonito en los que además de zonas de color azul existen zonas de color verde

amarillento, y otros en los que se combinan las formaciones coraloides con envolturas concéntricas de distinto color dispuestas englobándolas. El aragonito azul es en algunos casos fluorescente, en azul, frente a la luz ultravioleta de onda larga, con zonas de fluorescencia anaranjada, especialmente entre los cristales de las zonas externas.



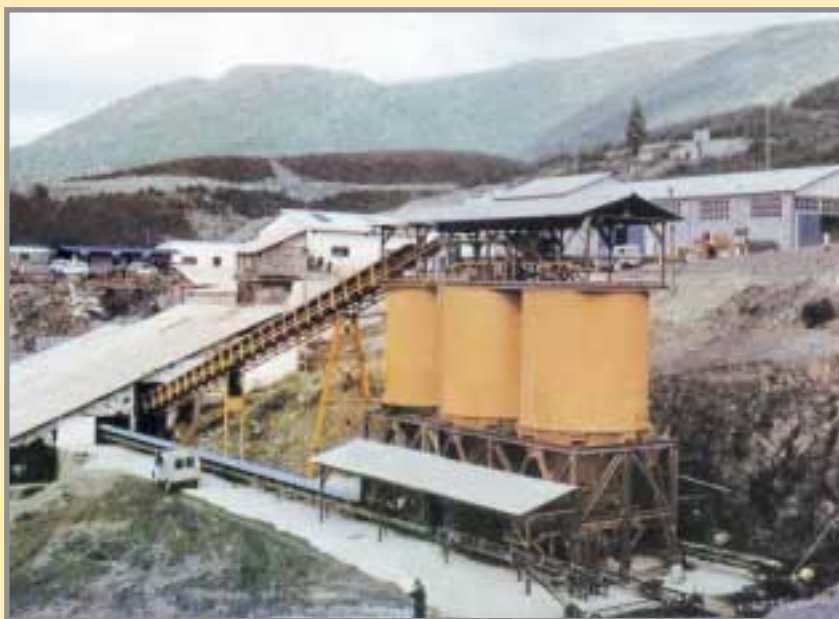
José Rabadán y Emiliano Cabezón junto al emboquille del socavón del Piso 3°. Foto: M. Hedrosa, 2001.



El socavón del Piso 3° tiene una pequeña escombrera en la que pueden encontrarse diversas especies cristalizadas. Humberto Prada ha obtenido excelentes cristales de cerusita, en torno a 1 cm. Foto: G. García, 2002.



Geoda con cristales de hemimorfita incolora, rosasita y coronadita. Encuadre de 20 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Una vista parcial de la mina en 1976, proyecto "Vados del Sil". Fuente: Memoria Anual de Peñarroya España, 1977.

SMITHSONITA



Es el mineral secundario más abundante en este yacimiento, presentándose en distintas formas y colores. Los ejemplares más espectaculares son los formados por la asociación de cristales romboédricos de color azul verdoso, formando recubrimientos gruesos en los huecos de la roca. Los cristales individuales, de tamaño milimétrico, que forman estos recubrimientos, son romboedros obtusos, algo redondeados, con las caras con crecimientos paralelos y un brillo satinado característico.

También aparece smithsonita como costras botroidales gruesas, de color gris perla, con estructura interna radiada. Estas formaciones botroidales suelen tener en la parte exterior lisa, y a veces con un depósito de microcristales de hemimorfita. También se encuentra smithsonita como cristales individuales alargados, del tipo conocido por su forma y tamaño como "grano de arroz", y como tapices de pequeños cristales de color anaranjado por la presencia de óxidos de hierro, recubriendo estructuras que forman celosías tridimensionales, formadas al desaparecer el mineral primario.

Una característica notable de la mineralogía de esta mina es la presencia de smithsonita formando pseudomorfosis de distintos tipos distintos. En uno de estos casos, la smithsonita se encuentra rellenando huecos dejados por la desaparición de cristales de unos cuantos milímetros, generalmente sin rellenar el hueco por completo, sino solamente formando una costra delgada. De esta forma, el centro de cada pseudomorfosis es una pequeña geoda tapizada de diminutos cristales de smithsonita. Estas pseudomorfosis se encuentran a su vez



Boca del plano inclinado del Panel "Nieves", que comunica con la "Antonina" por el nivel 120. Este acceso fue realizado en 1976 por la compañía Peñarroya. Foto: M. Hedrosa, 2001.



Cinta y silos de mineral (para 600 t) a la salida del lavadero de la mina, en septiembre de 1998. También fueron instalados en 1976 por Peñarroya. Actualmente han sido desmantelados, junto a otras instalaciones exteriores. Foto: G. García.

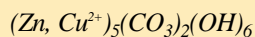
agrupadas dentro de un material terroso. La morfología de los pseudocristales y la presencia de una lámina muy fina de óxido de hierro en el exterior de cada uno de ellos hace pensar que se trataba originalmente de cristales de pirita.

En otro tipo de pseudomorfosis que se han encontrado la smithsonita sustituye a un mineral que formaba cristales de hasta 2 cm, que se encontraban asociados recubriendo geodas relativamente grandes. En este caso, la morfología de los pseudocristales indica que el mineral original era probablemente calcita.

También se han encontrado agregados de diminutos cristales de color blanco, asociados de una forma tal que posiblemente correspondan también a una pseudomorfosis de otro mineral previo, posiblemente de grupos de romboedros curvados de dolomita. Estas pseudomorfosis son bastante toscas, mucho más que las descritas previamente.

Han sido obtenidos densos ejemplares testáceos de tipo "calamina", de color beige o anaranjado, con un intenso bandeo en gruesas costras centimétricas.

AURICALCITA



Este mineral es muy frecuente en la mina Antonina, aunque los ejemplares notables sean relativamente escasos.

Los mejores ejemplares de este yacimiento, que se pueden considerar entre los mejores encontrados en España para este mineral, son los que tienen agrupaciones esferoidales, de hasta 1,5 cm de diámetro, formadas por cristales aciculares o laminas divergentes, muy finos y frágiles, dentro de huecos en los óxidos de hierro. También aparece como ta-



Restos de instalaciones subterráneas. Chimenea de descarga de mineral. Foto: M. Hedrosa, 2001.



El aragonito bandeo azul y verde es uno de los minerales más representativos de la "Antonina". En la imagen, masas bandeadas en el interior de las labores. Foto: M. Hedrosa, 2001.



Vista parcial del lavadero. A la izquierda, sección de molienda, a la derecha, sección de flotación. Entre 1965 y 1972 se extrajeron 185.000 t de mineral (6,3 % Pb ; 3,2 % Zn ; 59 g/t Ag). Foto: F. Piña, 1998.

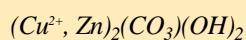


Oficinas provisionales de "Vados del Sil", en 1975. Obsérvese la polea de extracción del plano. Fuente: Memoria Anual de Peñarroya, año 1976.

pices continuos, formados por cristales aciculares perpendiculares al desarrollo de la superficie, que en la parte más externa crecen separados.

La auricalcita aparece como inclusiones en la hemimorfita, coloreándola de azul. En algunos casos el color azul con el que aparece este segundo mineral es debido exclusivamente a la existencia de un tapiz de auricalcita bajo la hemimorfita incolora o casi incolora.

ROSASITA



La rosasita es uno de los minerales más interesantes de este yacimiento, indudablemente el mejor de España para esta especie. La rosasita aparece aquí como esférulas individuales en torno a 1 mm de diámetro o como finas costras



Pala cargadora CT 7000, en los trabajos preparatorios de la rampa de acceso de la mina "Antonina". Año 1975.

con superficie botroidal. Las esférulas individuales suelen estar situadas sobre un tapiz de cristales de smithsonita, o intercaladas con hemimorfita, componiendo atractivos ejemplares de colección. En algunos casos, las esférulas o costras de rosasita aparecen recubiertas de aurical-



La verticalidad de la mineralización condiciona unos accesos algo estrechos a las zonas con restos de mineral, que son básicamente las llaves y los hastiales sin apurar. Foto: M. Hedrosa, 2001.



Cinabrio y greenockita (?) en la periferia de esfalerita, de la que proceden. Encuadre de 3 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

cita, posiblemente debido a un proceso de alteración posterior.

La rosasita se distingue muy fácilmente de la auricalcita por su color, mucho más oscuro, por su ligera translucencia y, sobre todo, por el aspecto de la superficie exterior de las esférulas, que tiene brillo casi vítreo y es compacta, sin que con la lupa binocular pueda verse el menor rastro de las terminaciones de los cristales aciculares que las forman.

En la mina Antonina, la rosasita está distribuida de forma muy heterogénea. En algunos puntos es localmente abundante, dando lugar a vistosos ejemplares, aunque a nivel global sea bastante más escasa que la auricalcita.

Aunque se ha indicado la presencia de rosasita en otros yacimientos españoles, como en Hozarco (Bocamina, 1994), los ejemplares de esta localidad que han aparecido fotografiados tienen un aspecto



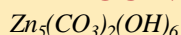
Para acceder a las partes más complicadas ha sido preciso recurrir a técnicas de descenso con r  pel. Con todo, sigue habiendo amplias zonas de la mina que no han sido investigadas en detalle, por lo que pueden esperarse novedades en un futuro. Foto: M. Hedrosa, 2001.



Las partes más profundas de la mina han sufrido algunos colapsos, aunque por fortuna los minerales más atractivos se encuentran en las zonas superiores o gossan del reemplazamiento. En la imagen, Emiliano Cabezón se abre paso entre restos de mallazo y pernos. Foto: M. Hedrosa, 2001.

que indica más bien que se trata de auricalcita y no de rosasita. En España, solamente est   confirmada la presencia de rosasita en otros tres yacimientos, la mina "Berta", en San Cugat del Vall  s (Bareche, 1994), la mina "Nieves" de Vi  rnoles (Cantabria) y un indicio en Vilanova de Prad  s, sobre los que aún no existen publicaciones.

HIDROCINCITA



La hidrocincita es poco frecuente en este yacimiento. Aparece como masas de color blanco, formadas por la agrupación de diminutos cristales capilares, asociada a la hemimorfita o a la auricalcita.

CERUSITA



En este yacimiento se han encontrado, aunque solamente de forma muy ocasional, cristales de cerusita bien formados de hasta 1 cm. Lo habitual, sin embargo, es que aparezca muy difundida como pequeñas maclas, incluso menores de 1 mm, diseminadas sobre cuarzo.

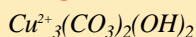
También aparece cerusita asociada a anglesita, formando parte de las zonas de alteración de las masas cristalinas de galena. Estas aureolas de alteración suelen tener un color muy oscuro debido a la presencia de partículas de galena inclui-



Geoda con hemimorfita azul in situ, en una de las frecuentes geodas del mineral siliceo. La perseverancia de los coleccionistas ha permitido localizar y recuperar estas excelentes muestras. Foto: M. Hedrosa, 2001.

das en los cristales. La perfección de los cristales es variable, desde prismas estriados y brillantes semitransparentes a cristales más lechosos y corroídos.

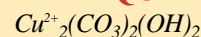
AZURITA



La azurita es relativamente rara y aparece dispersa por el mineral en forma de pátinas y tinciones de poco alcance. En las zonas limonitizadas se la observa cristalizada en tamaños submil  m  tricos, junto con malaquita y cerusita principalmente. Los cristales son confusos pero brillantes y forman con la

malaquita ejemplares de mucho colorido y vistosidad. Casi nunca est  n aislados, apreciándose con dificultad formas tabulares, poco o nada levantados sobre la matriz. Forman grupos pequeños con muchas facetas brillantes y a veces las aristas est  n ligeramente redondeadas. No se han observado pseudomorfosis o reemplazamientos por malaquita.

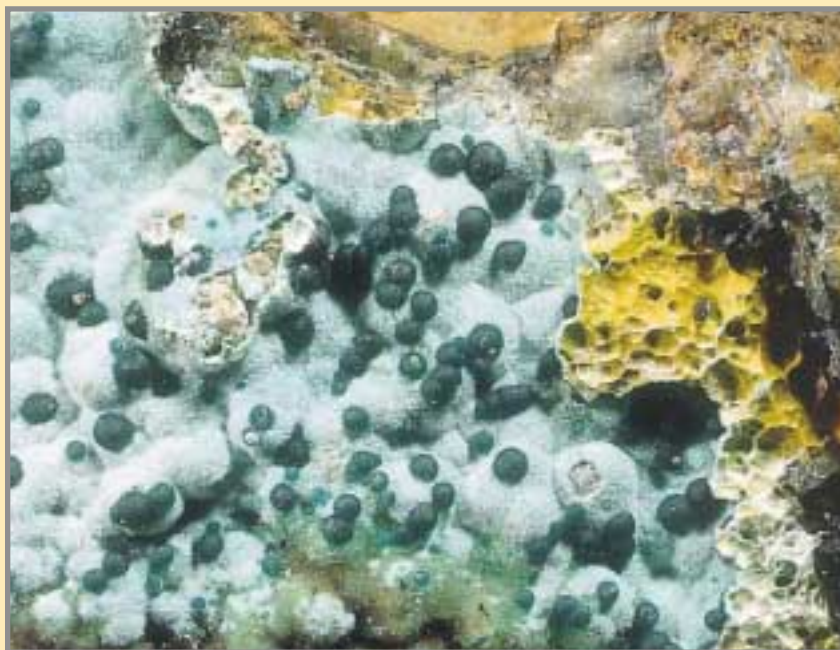
MALAQUITA



La malaquita es muy abundante en este yacimiento, y aparece en distintas formas, o como pátinas y recubrimien-



Globulos de rosasita sobre un recubrimiento continuo de smithsonita sobre limonita. Ejemplar de 40 mm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Algunos ejemplares más oscuros inducen a su confusión con malaquita, aunque en general su contenido en cinc alcanza el propio de la rosasita. En la imagen, rosasita sobre hidrocincita verdosa. Encuadre de 50 mm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.

tos botroidales, como esférulas aisladas o como grupos de cristales aciculares divergentes y brillantes, aunque pegados sobre la matriz. Se encuentra asociada a

la hemimorfita, cerusita y azurita, a los que recubre, o en huecos en el cuarzo o en los óxidos de hierro, sin otros minerales asociados. La malaquita nodular es

a veces hueca y adquiere formas extrañas por descomposición de la limonita de la matriz. La fractura de estas bolitas es fibrosorradiada, con cambios de tono de verde. Algunos grupos de supuesta malaquita pudieran ser en realidad conicalcita, pero no se han efectuado análisis. La malaquita no siempre es posterior a la azurita y de hecho hay ejemplares en los que el orden se invierte.

ANGLESITA

$PbSO_4$

Se ha encontrado, junto con cerusita, formando parte de las aureolas de alteración de masas cristalinas de galena.

HEMIMORFITA

$Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot H_2O$

La hemimorfita es un mineral extraordinariamente disperso en la zona de alteración de la mina Antonina, apareciendo además con una notable diversidad de aspectos y en ejemplares de excelente calidad. Es el principal mineral de alteración de la blenda en un entorno silíceo, invadiendo incluso las zo-



El martillo de gasolina facilita notablemente el trabajo de búsqueda de geodas, siempre dentro de la dificultad que suponen las condiciones de una veta verticalizada. Foto: M. Hedrosa, 2001.



La hemimorfita es probablemente el principal mineral de alteración que se puede observar. Localmente exhibe cristalizaciones muy vistosas, completamente transparentes y brillantes, como este grupo obtenido en el 3º piso de la mina. Encuadre de 8 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Venas de esfalerita relleno de espacios del cuarzo. No se han observado cristales, y en los niveles superiores de la mina está profundamente alterada. Encuadre de 40 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Mada cíclica de cerusita lechosa recubierta de malaquita. Cristal de 3 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.



Mada de cerusita sobre cristales de azurita. Cristales de 2 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.

nas argilitizadas de los contactos con la pizarra. Generalmente es el último en formarse, encontrándose en los huecos de la roca sobre todos los demás.

Los cristales, frecuentemente aéreos, son de hábito tabular, como es lo habitual en este mineral, con las caras de $\{010\}$ absolutamente dominantes. Como también es habitual, los cristales se encuentran casi siempre asociados en crecimientos subparalelos, en forma de gavillas, con uno de los extremos libres. En general queda libre en la parte superior de estos cristales una cara $\{001\}$ dominante o dos caras de $\{301\}$, aunque ocasionalmente se encuentran otras combinaciones. La hemimorfita compone rellenos masivos de las juntas de la mena,

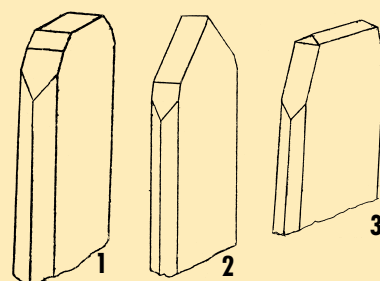


Figura 1: Cristal de hemimorfita con un hábito muy común en la mina Antonina, con $\{010\}$ como dominante y terminado por $\{301\}$, $\{101\}$ y $\{001\}$.

Figura 2: Cristal de hemimorfita con $\{010\}$ como dominante, terminado por $\{301\}$ y $\{101\}$.

Figura 3: Cristal de hemimorfita con la terminación $\{011\}$.

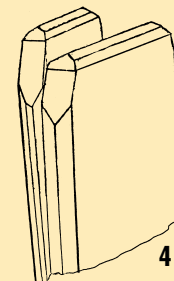


Figura 4: Agrupación subparalela de cristales de hemimorfita, en la orientación que aparece con frecuencia en las formaciones esferoidales, con el cristal terminado por caras de $\{031\}$ y $\{011\}$.

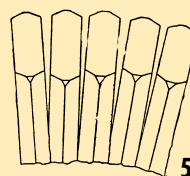


Figura 5: Esquema de la disposición subparalela de los cristales de hemimorfita en las gavillas que forman habitualmente. Las caras mayores corresponden a $\{101\}$ en la terminación, mientras que las otras son caras $\{110\}$. La más pequeña es la $\{301\}$.



Auricalcita y rosasita sobre smithsonita. Encuadre de 30 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.



Cristales de cerusita de 4 mm. Obsérvese el individuo de la parte inferior izquierda, que ha adquirido un tono rojizo por inclusiones de cinabrio. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.

junto a relictos de esfalerita, cinabrio, coronadita y otros minerales de alteración. Se reconocen diversas generaciones de hemimorfita, algunas posteriores a los carbonatos de cobre y cinc. Algunas hemimorfita incolora contiene inclusiones negras y dispersas de supuesta coronadita, aportando un tono general negruzco a los cristales. Forma haces de cristales en abanico, junto a cristales de cuarzo, coronadita y restos de arcilla, o bien conjuntos semiesféricos de aspecto más lechoso de 2 a 3 mm, formados por prismas de terminación recta. Otras rosetas de cristales incoloros y brillo vítreo han intercrecido con rosasita, formando pequeños conjuntos de singular belleza en los que eventualmente la rosasita puede quedar completamente cubierta por hemimorfita, y viceversa, hablando siempre en tamaños del rango de la lupa binocular.

También aparece como agregados esferoidales de cristales, en cuya superficie pueden aún distinguirse las caras terminales, pero redondeadas. Estos grupos esferoidales, de textura fibrosorradiada y que pueden tapizar de forma compacta superficies de muchas decenas de centímetros cuadrados, muestran casi siempre un color azul más o menos pálido, debido a la presencia en la zona más interna de inclusiones de auricalcita, vi-



Coronadita nodular recubierta de smithsonita. Encuadre de 15 mm. Colección: M. Hedrosa. Foto: F. Piña.



Macra de cerusita sobre gossan, cristal de 3 mm. Colección: J. Rabadán. Foto: F. Piña.

sibles fácilmente en las superficies de rotura, ubicadas en superficies concéntricas. Sobre una de estas superficies puede haber una segunda fase de hemimorfita concéntrica con la primera pero de una tonalidad diferente, originando zonados en las costras macroscópicas de hemimorfita azul. A veces las diferentes fases están separadas por una estrecha discontinuidad de hidrocinquita blanca, con brillo nacarado. De esta forma alcanza espesores de hasta 2 cm, que observados por transparencia muestran un intenso color azul.

La hemimorfita se encuentra también como masas botroidales de color azul intenso, que poco o nada tienen que envidiar a los ejemplares clásicos de Iglesias, en Cerdeña o de la mina "79", en Arizona, USA. Desafortunadamente, los ejemplares de color realmente intenso y homogéneo se han encontrado solamente tapizando unos cuantos huecos en la roca. Ejemplares característicos y muy vistosos son las geodas centimétricas con un tapiz continuo de color azul intenso y brillante, con formaciones de hemimorfita más o menos mamelonares. Eventualmente dicho tapiz puede modificarse y configurar formas coraloides, rizos y bastoncillos, con variaciones continuas del color azul, llegando en algunos casos a palidecer hasta el incoloro. Estas muestras han sido obtenidas en el entorno del tercer piso de la mina. En estas formaciones, al contrario que en las anteriores, también se han encontrado agregados de diminutos cristales de color blanco, como posibles pseudomorfosis de dolomita, tal como los que se han descrito en el caso de la smithsonita.

Malaquita sobre cristales submilimétricos de azurita. Estos carbonatos de cobre son más raros en la montera que los carbonatos de cobre y cinc. Encuadre de 20 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.

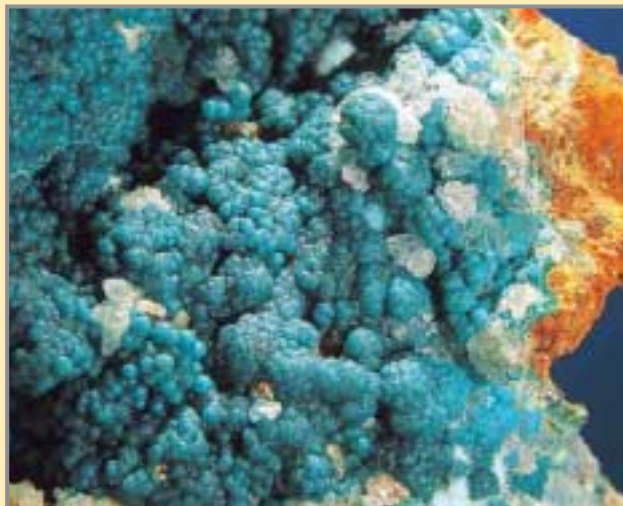


Masa de calamina bandeada. Ejemplar de 8 cm. Colección: E. Cabezón. Foto: F. Piña.





Cristales de smithsonita verdosos en "grano de arroz", sobre limonita. La cerusita suele acompañar a estos cristales. Encuadre de 15 mm. Colección: J. Rabadán. Foto: F. Piña.



Conjuntos globulares de rosasita, con pequeños cristales de hemimorfita. Encuadre de 30 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.



Ejemplar de hemimorfita azul de 10 cm x 5 cm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.

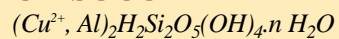


Dendrita de coronadita (?) o pirolusita sobre cuarzo. Encuadre de 5 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Bola de rosasita sobre cristales de cerusita. Encuadre de 2 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.

CRISOCOLA



Se ha encontrado este mineral ocasionalmente como pátinas de aspecto coliforme o pseudomorfizando grupos de cristales aciculares de malaquita.

AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este artículo han sido decisivas las aportaciones de José Fernández, Humberto Prada, José Rabadán, Emiliano Cabezón y Mariano Hedrosa. Todos ellos desarro-



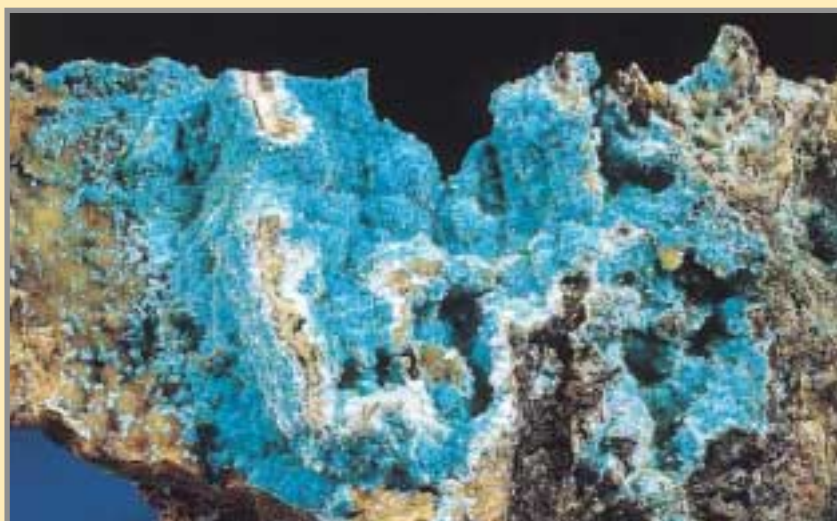
Miguel Calvo muestra un ejemplar de hemimorfita azul de la colección de M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Cristal de cerusita de 1 cm, hallado en la escombrera del socavón del Piso 3º. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.

llaron los trabajos de prospección de escombreras y de investigación de las galerías de la mina, poniendo también a disposición de nuestros fotógrafos los mejores ejemplares de sus colecciones. Igualmente participó con especial interés Juan Locutura, del Instituto Geológico y Minero de España, facilitando documentación general de la "Antonina" y su entorno geológico.

Los análisis por EDS y DRX se han realizado con la colaboración de los Servicios Científicotécnicos de la Universidad de Barcelona y el Laboratorio Centralizado de la Escuela de Minas de Madrid. Este trabajo ha sido financiado en parte por el Museo de Ciencias Naturales de Álava.



Ejemplar de 15 cm de auricalcita y rosasita, sobre gossan silíceo tapizado por smithsonita. Colección: J. Rabadán. Foto: J. M. Sanchis.



Supuesta pseudomorfosis de crisocola sobre auricalcita, o bien epimorfosis sobre posible aragonito. Encuadre de 15 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



La auricalcita puede llegar a recubrir la matriz como un tapiz fibroso continuo, mostrando sólo las delicadas terminaciones de sus cristales. Ejemplar de 4 cm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.



Extraordinaria geoda de hemimorfita azul de 20 cm de longitud. Obsérvese la sección fibrosa de su fractura. Colección: J. Rabadán. Foto: J. M. Sanchis.



Posible pseudomorfosis de hemimorfita sobre dolomita. Ejemplar de 7 cm x 6 cm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Aspecto de la coronadita tal como aparece en la mina. En un ambiente seco se deshidrata y experimenta una contracción, perdiendo el brillo y la turgencia. Encuadre de 20 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Aragonito bandeado típico de la mina Antonina. Ejemplar de 15 cm. Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



Recogida de muestras en los hastiales o contactos de la mena explotada con su roca encajante. Foto: G. García, 2002.



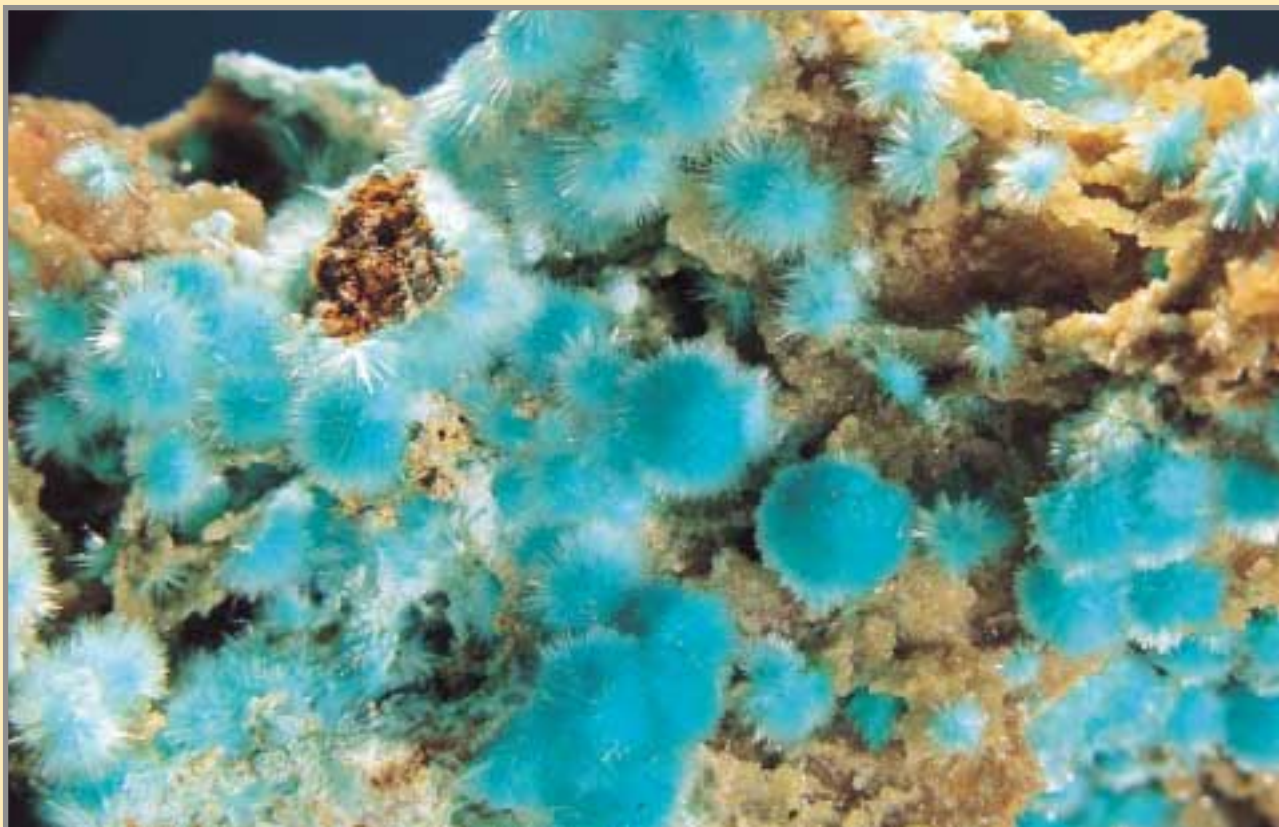
Zona explotada con restos de mineral, donde han podido obtenerse buenos ejemplares de hemimorfita azul y hemimorfita incolora en cristales individuales. Foto: G. García, 2002.



Jesús Alonso frente a una pequeña colada de aragonito azul. Foto: G. García, 2002.



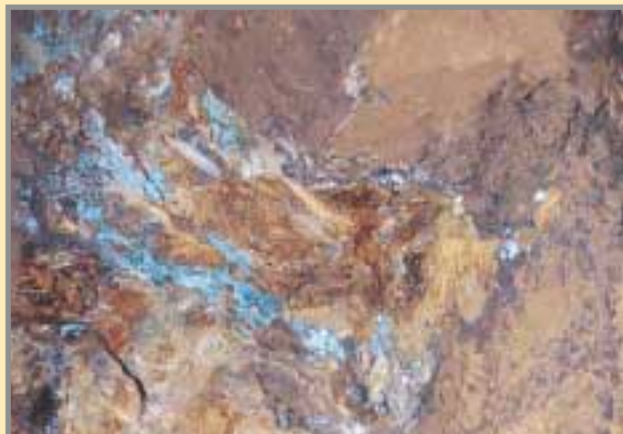
Formación estalagmítica de hemimorfita azul, de 3 cm de longitud. Foto: J. M. Sánchez.



Auricalcita sobre gossan de hemimorfita. Encuadre de 4 cm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.



Lotes de auricalcita, rosasita, cerusita y otros minerales obtenidos por José Fernández y Humberto Prada, buenos conocedores de la mina y de sus escombreras. Foto: J. M. Sanchis, 2002.



En este punto concreto de la mina coleccionistas alemanes obtuvieron en el año 2001 magníficos ejemplares. En octubre de ese año, la revista Lapis publicó las fotos, alertando a los coleccionistas españoles. Foto: G. García, 2002.

REFERENCIAS

Arias, D. (1991): El yacimiento de Zn-Pb de Rubiales (Lugo) ITGE, 40 pp., Madrid.

Arias, D. (1987): La caracterización geoquímica y mineralógica del yacimiento de Pb-Zn de Rubiales (Lugo-España) Tesis, Universidad de Oviedo, 246 pp.

Arias, D., Suarez, O., Corretge, G., Fernández Jardon, L., Pérez Cerdan, F. (1991): Structure, hydrothermal alteration and composition of the Rubiales Pb-Zn orebody (Lugo, Spain): Genetic model Mineralium Deposita, 26, pp.199-210.

Bareche, E. (1994) Mines de catalunya. "Papiol"-St. Cugat del Vallés. Mineralogistes de Catalunya, 6, 34 -77. Augsten, R. (2001) Bunte calcite aus Spanien. Lapis, 26, (10) 27-31.

Hermosa, J.L. (1993): Las mineralizaciones Pb-Zn-Ag de Santa Bárbara, El Bierzo (León) Congreso Internacional Minería León, t.I, 15-36

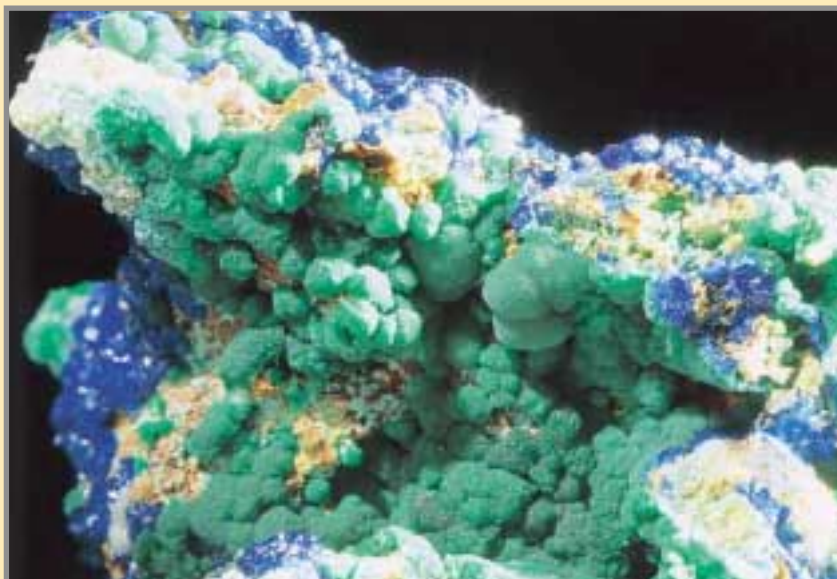
ITGE (1994): Mapa Metalogenético de España, escala 1/200.000 núm.18 (Ponferrada). ITGE, Madrid, 110 pp.

Luque, C., Ruiz, F. (1990): West Asturian-Leonese Zone: Metallogenic characteristics en 'Pre-Mesozoic Geology of Iberia', Dallmeyer, R.D., Martínez García, E. (ed.), Springer Verlag, pp.13.

Ruiz, F., Luque, C. (1988): Metalogenia de la Zona Asturoccidental Leonesa. Rev. Soc. Geol. Esp., vol.1, (1-2), pp.239-245.

Tomos, F., Arias, D. (1993): Sulphur and lead isotope geochemistry of the Rubiales Zn-Pb ore deposit (NW Spain) Eur. J. Mineral., 5, 763-773.

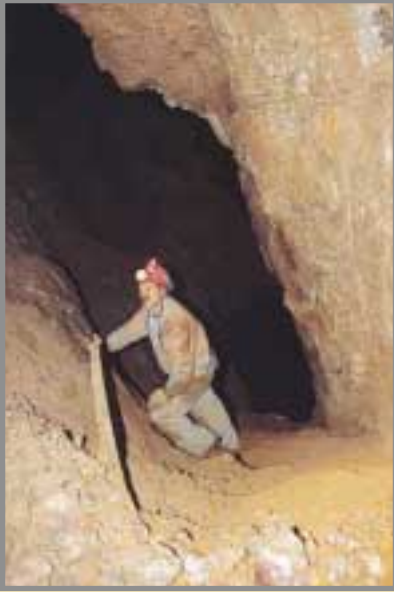
Tomos, F., Ribera, F., Arias, D., Loredó, J., Galindo, C. (1996): The carbonate-hosted Zn-Pb deposits of NW Spain: Stratabound and



Malaquita y azurita, en un encuadre de 20 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.



La hemimorfita ha rellenado fisuras y juntas del cuarzo, como en este ejemplar, que muestra por transparencia su textura radiada y las terminaciones de los cristales. Tamaño: 5 cm x 3 cm. Colección y foto: F. Piña.



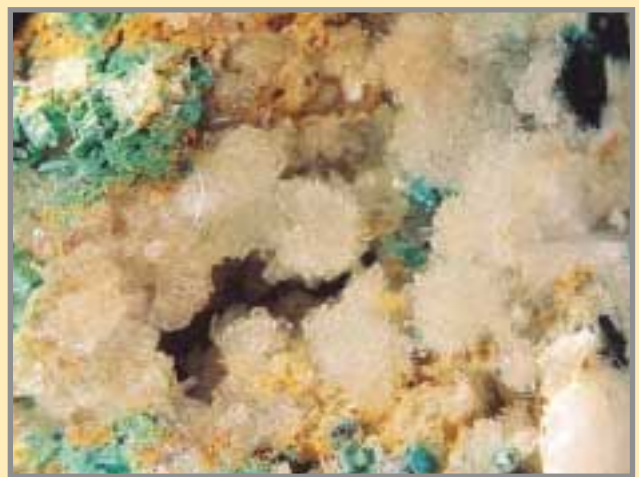
Bajada a niveles inferiores desde la cota del Piso 3º, donde se han encontrado zonas muy favorables para minerales secundarios. Foto: G. García, 2002.



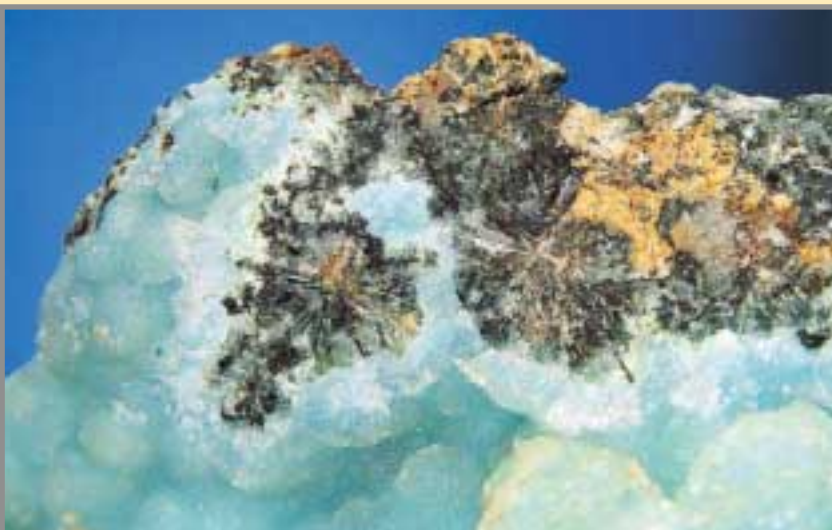
Geoda de smithsonita azul, de 50 mm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Seudomorfosis de smithsonita sobre posible pirita, junto a smithsonita. Encuadre de 30 mm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Hemimorfita incolora en grupos radiales de terminación recta. Encuadre de 25 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Dos generaciones de hemimorfita. Una primera de color oscuro y textura radiada y una segunda de color azul recubriendo a la primera. Encuadre de 4 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Supuesta greenockita procedente de la alteración de la esfalerita. Encuadre de 2 cm. Foto: F. Piña.

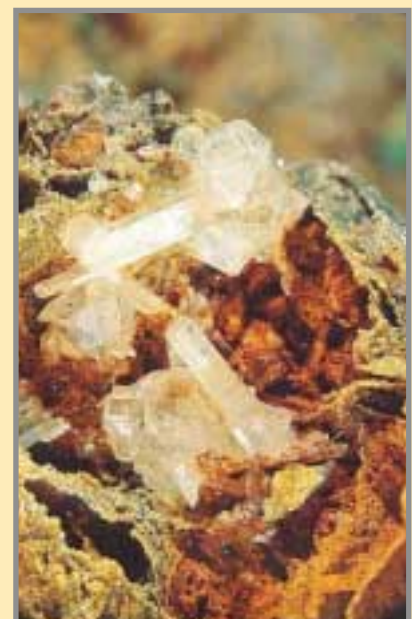


Grupo de cristales incoloros de hemimorfita sobre cuarzo, de 8 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

Arriba izquierda: Avance en busca de geodas con martillo de gasolina. Julio de 2002. Foto: M. Hedrosa.

Arriba derecha: Auricalcita, encuadre de 7 cm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.

Foto superior: Plano Inclinado nº 1, perspectiva desde su emboquille. Foto: F. Piña.



Cristales de cerusita, maclas típicas. Encuadre: 15 mm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.



Hemimorfita pseudomórfica de supuesta dolomita. Encuadre de 4 cm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Ejemplar de auricalcita de 6 cm x 5 cm. Colección: J. Fernández y H. Prada. Foto: F. Piña.



Formaciones estalactíticas de hemimorfita incolora y azulada, con rosasita. Encuadre de 5 cm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Formación coraloide de hemimorfita azul. Encuadre de 3 cm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.

discordant deposits related to the Variscan Deformation en Sangster, D.F., ed., Carbonate Hosted Lead Zinc Deposits, SEG Special Publ. 4, 195-203.

Tornos, F., Ribera, F., Shepherd, T. J., Spiro, B. (1996): The geologic and metallogenic setting of stratabound carbonate-hosted Zn-Pb mineralizations in the West Asturian Leonese Zone (NW Spain) Mineralium Deposita, 31, 27-40.



Cristales de hemimorfita en geoda de cuarzo. Ejemplar de 6 cm x 3 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.