

# REOCÍN

*El yacimiento de Reocín fue descubierto en el año 1856. Desde entonces, y hasta la fecha prevista de su cierre por agotamiento en el 2003, habrá producido más de 60 millones de toneladas de todo-uno, con unas leyes del 8 % en zinc y el 1 % en plomo.*

Explotación por banco en las grandes cámaras de Barrendera (zona Este). La dolomitización de esta zona es menos penetrativa y las leyes de mineral son inferiores, aunque la capa es muy potente. Se trata de una superposición de lentejones de diversas formas y dimensiones, subparalelos a la estratificación. En la imagen, cámara 11, desde el nivel 200 hasta el 122, en 5 niveles. Foto: AZSA.





***Geología:***

***Mineral bandeado en un pilar de Punta de Lanza. Capa Sur.***



***Mineralogía:***

***Crestas de marcasita, un clásico de la mineralogía española.***



***La historia de la mina de Reocín:***

***Descarga de un tren de mineral en la tolva del nivel 20.***

# LA MINA DE REOCÍN

## (CANTABRIA)

■ **Teniendo en cuenta la dilución histórica, se puede calcular, para el total de Reocín, un mineral geológico original en torno a los 30 millones de toneladas con el 20 % en zinc, lo que lo convierte en una anomalía geológica excepcional y un yacimiento de primera categoría a escala internacional. En este artículo se comentan las características geológicas, mineras, históricas y mineralógicas de este importante yacimiento cántabro.**

**Autores:**

**ÁNGEL M<sup>a</sup> CASTRO (\*)**  
**MIGUEL CALVO (\*\*)**  
**GONZALO GARCÍA (\*)**  
**ANTONIO ALONSO (\*\*\*)**

(\*) Grupo Mineralogista de Madrid ; (\*\*) Museo de Ciencias Naturales de Álava ; (\*\*\*) Asturiana de Zinc, S.A.

**L**a mina de Reocín está situada en la Comunidad Autónoma de Cantabria, a 30 km al Sudoeste de la ciudad de Santander, capital de la Comunidad, y a 5 km al Oeste de la localidad de Torrelavega. Topográficamente se encuentra enclavada en las últimas estribaciones de la Cordillera Cantábrica, muy próxima a la costa, siendo el relieve suave y con cotas que no llegan a los 300 m en las proximidades de la mina.

El clima es atlántico suave, con una precipitación anual en torno a los 1.200 mm y una temperatura que rara vez baja de 0 °C o sobrepasa los 25 °C, siendo la media de 14 °C.

El acceso principal se hace desde la Autovía del Cantábrico A-8 - E-70, en las proximidades de la localidad de Puente San Miguel. En Torrelavega dispone de ferrocarril de RENFE y FEVE.

### ENCUADRE GEOLÓGICO

El yacimiento de Reocín se encuentra en el extremo occidental de la Cuenca Meso-Terciaria Vasco-Cantábrica, cuenca en la que, sobre un zócalo paleozoico previamente plegado y arrasado, se depositaron miles de metros de sedimentos durante el Meso-zoico y el Terciario.

La sedimentación en esta cuenca se vio afectada por períodos de intensa ac-



Situación general de la mina de Reocín. AZSA.

tividad tectónica, relacionada con los movimientos de la Placa Ibérica con respecto a la Placa Europea.

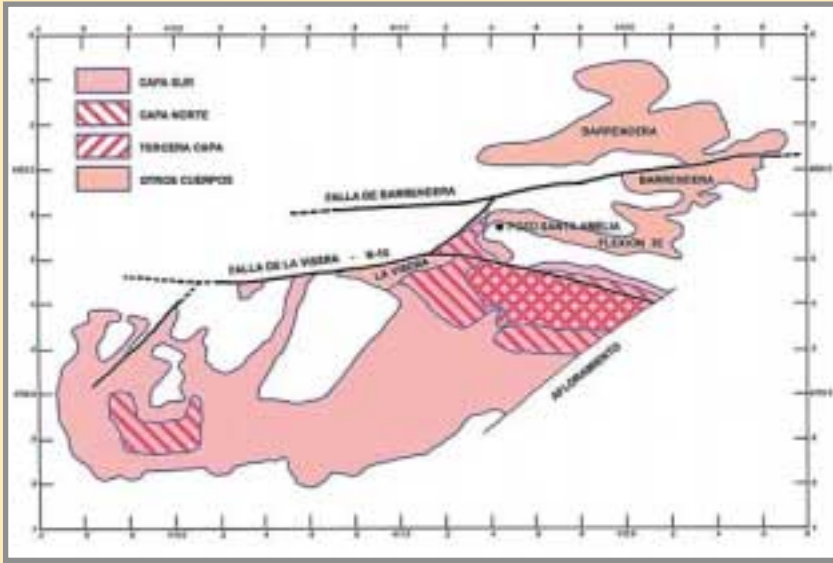
Esta actividad tectónica tuvo especial importancia, en relación a la génesis de los yacimientos de plomo-zinc del Oeste de Cantabria, entre los que se encuentra Reocín, en el Cretácico Inferior. En ese período, el movimiento de la Placa Ibérica respecto a la Europea era de alejamiento, dando lugar a la apertura del Golfo de Vizcaya. Esta tectónica distensiva originó fracturas normales de dirección aproximada Este-Oeste y quedó especialmente reflejada en el depósito de las Facies Urgonianas durante el Aptiense (Beduliense más Gargasiense) y el Albiense, facies constituidas por cuatro secuencias deposicionales que empiezan todas ellas por materiales terrígenos y terminan por carbonatos, con contactos entre las mismas netos y, a veces, erosivos. Durante el Gargasiense,



período de depósito de los carbonatos de la Segunda Secuencia Depositional, nivel que alberga los yacimientos de la región, esta fracturación Este-Oeste provocó rápidos aumentos de potencia en dichos carbonatos (fracturación sin-sedimentaria), que pasan de tener 50 m al Sur de Reocín a 500 m en las proximidades de la costa, según un desplazamiento, Sur-Norte, de menos de 10 km.

Otro momento importante de actividad tectónica tuvo lugar en el Terciario, en que la Orogenia Alpina, debido al movimiento, contrario en este caso, de la





## ABSTRACT

*Reocín lead-zinc deposit works in activity since its discover, in 1856. Nowadays, the ore is virtually exhausted, with next 2003 as expected closure date. This article summarize the main lines in geology, mining, history and mineralogy of this large deposit, located in Cantabria province (north Spain), very popular between Spanish mineralogists due to the fine marcasite specimens that Reocín has been produced during its long existence.*

Figura izquierda: Esquema de la mineralización.

Placa Ibérica contra la Europea, originó el levantamiento de los Pirineos y la Cordillera Cantábrica, plegando y fracturando los sedimentos de la Cuenca Vasco-Cantábrica. En el área de Reocín, el rasgo estructural más característico de esta etapa, es el Sinclinal de Santillana, amplia estructura de dirección Nordeste-Sudoeste, en cuyo flanco Sudeste, y próximo al cierre periclinal se encuentra el yacimiento.

## DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO

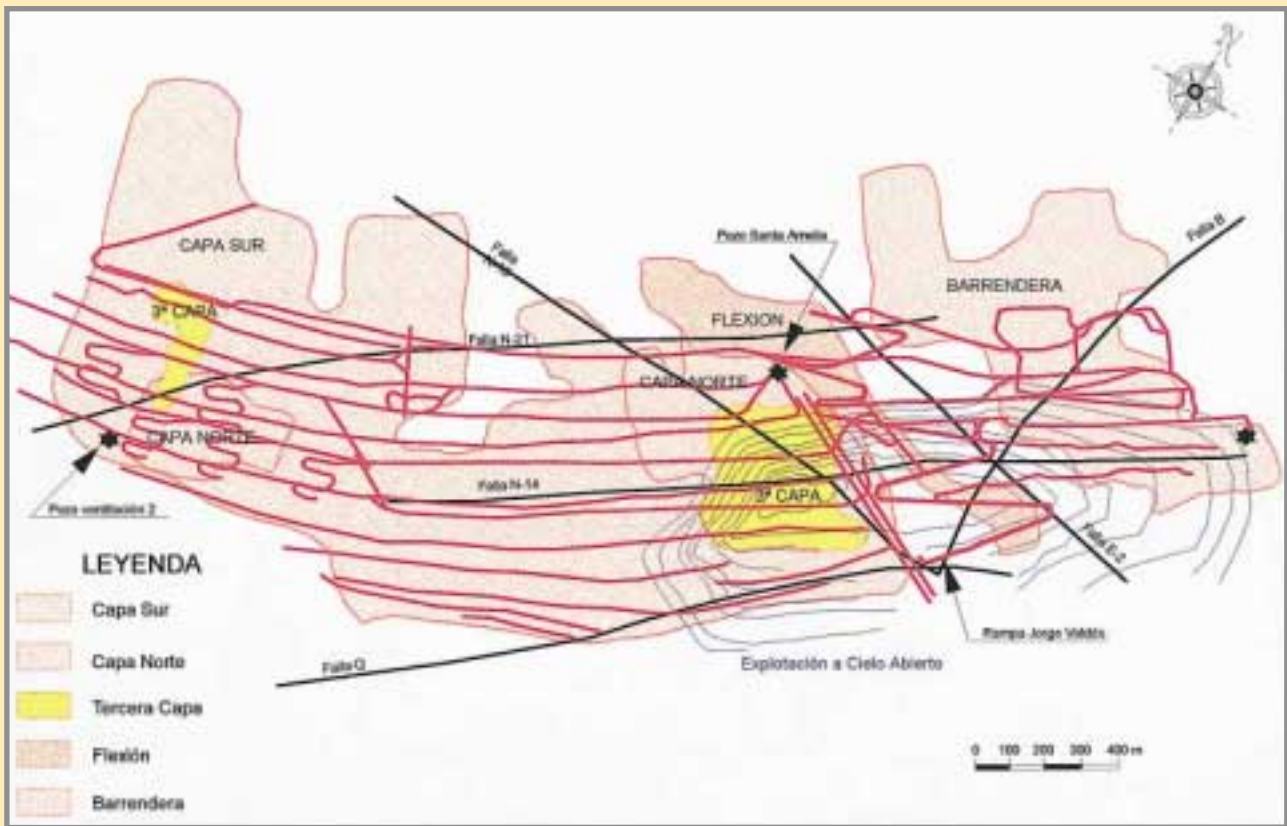
El yacimiento de Reocín es un yacimiento estratoligado, con 3.300 m de longitud y 800 metros de anchura media. Dada su disposición en el Sinclinal de Santillana, su morfología es ligeramente cóncava al Noroeste, con inclinaciones de 20° a 25° en la misma dirección. En la zona Nordeste, Barrendera, los cuerpos minerales, discordantes con la es-

tratificación, pueden sobrepasar los 45° de inclinación.

El depósito se compone de varios cuerpos mineralizados encajados en la caliza gargasiense, que se encuentra completamente dolomitizada (en Reocín esta dolomitización llega a alcanzar los niveles carbonatados del Cenomanense Inferior o Supra-Urgoniano). Estos cuerpos muestran un contacto nítido, aunque irregular, con la roca de caja, tanto a te-



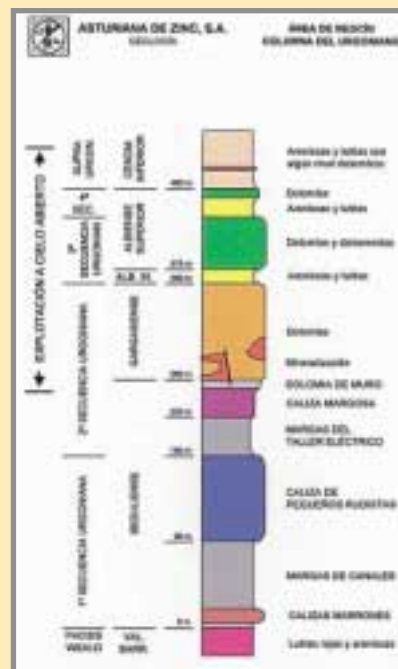
Panorámica del Zanjón, en junio de 2001. Obsérvese la mayor inclinación del talud final de la explotación (zona Norte, derecha de la foto). Cuando finalicen los trabajos, el hueco se convertirá en un lago artificial. Foto: G. García, 2000.



Mina de Reocín: morfología y labores realizadas. Compárese con la fotografía aérea de la explotación. Fuente: AZSA.

cho como a muro y presentan tres componentes principales: bloques de la dolomía encajante (dolomía clara, de grano grueso, en general porosa), en tamaños desde unos milímetros hasta varios metros; dolomía oscura, de grano fino, ferrosa (con el 6,5 % en Fe, lo que permite clasificarla como una paraankerita), denominada en Reocín “dolomía pelítica”; esfalerita (con algo de galena asociada, dando una relación Pb:Zn de, aproximadamente, 1:7,5), de grano fino, texturas bandeadas y botroidales y color pardo, con tonos desde pardo muy claro, hasta casi negro. En menor cantidad también aparece marcasita, tardía, que reemplaza a la esfalerita en las zonas de fractura o cristaliza en huecos dentro del mineral, junto con dolomita blanca y, a veces, calcita, aún más tardía.

La proporción entre los tres componentes principales de la mineralización es muy variable y, así, se pueden encontrar, desde zonas con gran proporción de cantos de dolomía de caja, dando una brecha autosoportada en que la proporción de matriz, dolomía oscura y/o esfalerita, es mínima, hasta zonas en que predomina la dolomía oscura, con muy pocos cantos y/o esfalerita, o zonas en que predomina la esfalerita con nada o muy poca proporción de los otros dos componentes.



La geometría de los cuerpos minerales está condicionada por dos factores fundamentales: la tectónica sinsedimentaria, pues las fracturas son las vías de aporte de los fluidos mineralizantes y marcan la dirección de las mineralizaciones; y la estratigrafía de la roca encajante, pues estas mismas mineralizaciones se desarrollan a favor de los

planos de estratificación y, por tanto, la existencia y cantidad de los mismos, es determinante.

En función de estos dos factores, Reocín se puede dividir en dos zonas muy diferentes, ambas con varios cuerpos minerales:

## ZONA OESTE Y CENTRO

Situada al Sur de la Falla de La Visera o N-10, falla de gran importancia metalizadora y a partir de la que se desarrollan, en dirección Sur, las metalizaciones de la zona. La estratigrafía del Gargasiense presenta, sobre la Dolomía de Muro, primer horizonte dolomitizado y techo del Beduliense, 4 metros de dolomía sacaroidea, beige, denominada Dolomía H-4, 15 metros de dolomías biostrómicadas, y 80 metros de dolomía masiva, sin estructura interna, correspondientes a un montículo de fango o “mud mound”. Así pues, el número de planos estratigráficos es muy limitado, tres en total, y los cuerpos minerales son:

## Capa Sur

Principal mineralización de Reocín por extensión y leyes. Se encaja entre los dos primeros planos estratigráficos del Gargasiense, es decir, a techo y muro de





**Perspectiva del Zanjón en 1997. Obsérvese la zona rellenada (talud Oeste) y las instalaciones del Pozo Santa Amelia al Norte. Foto: AZSA.**



**Estructura de coral in situ, en las dolomías grises H12. Capa Sur, Nivel 14. 3/82. Foto: A. Arribas.**

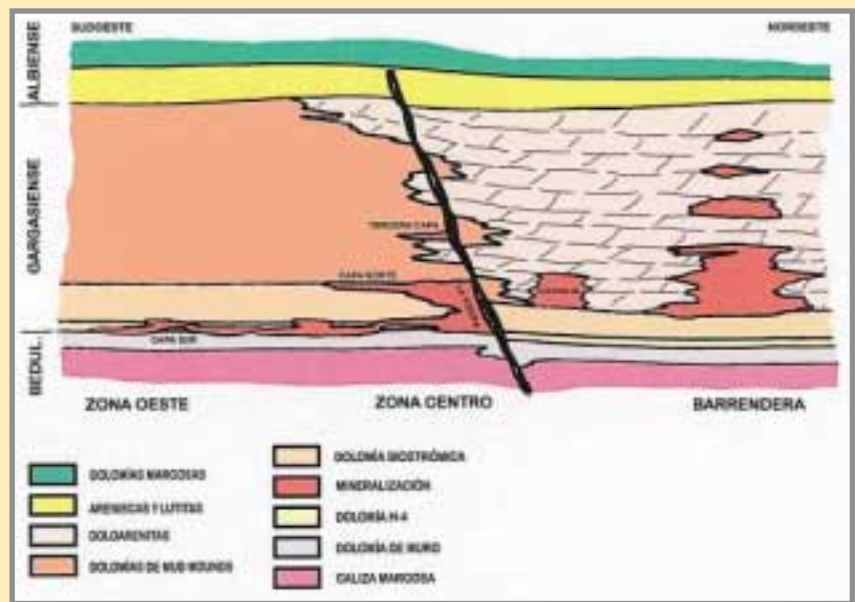
la dolomía H-4. Es muy irregular, apareciendo unas veces en el plano superior, otras en el inferior o en ambos a la vez, llegando a reemplazar totalmente este H-4 y dando potencias que pueden pasar puntualmente de los 6 metros, a expensas de la Dolomía de Muro y del horizonte biostrófico suprayacente, aunque los cambios de potencia o, incluso, la esterilización total, son frecuentes y ocurren bruscamente. El principal componente mineral es la esfalerita (aunque los bloques de dolomía de caja y la dolomía oscura pueden ser, localmente, importantes), por lo que la ley en zinc es elevada (a falta de datos de la Zona Centro, explotada antiguamente y hundida, valga saber que en el margen Noroeste de la Capa, en la zona denominada Punta de Lanza, los desmuestres sistemáticos arrojan una ley media en zinc del 25,71 %, para una potencia media entre 1,75 y 2 metros).

## Capa Norte

Se encaja en el plano de estratificación situado entre las dolomías biostrómicas y las de mud mound. Sus características, en cuanto a potencia y leyes, son muy parecidas a las de la Capa Sur, aunque su extensión es mucho más reducida y se limita a una banda de 400 metros que corre paralela a la Falla de La Visera, en el extremo Este de la misma. En el extremo Oeste de Reocín aparece otra mineralización, al mismo nivel, pero en la que predominan los bloques y la dolomía oscura, por lo que la ley se sitúa en torno al 5 % o 6 % en Zn.

## Tercera Capa

A 15 metros por encima de la Capa Norte, su existencia se debe al alto potencial mineralizador de la Falla de La



Visera, pero la falta de estructuras sedimentarias favorables en la roca de caja, limitan su expansión a unos 200 a 300 metros de ancho y su ley al 5 % en Zn.

## La Visera

Es un pequeño sector en que, debido a la proximidad a la Falla de La Visera, la mineralización llega a reemplazar la dolomía biostrófica existente entre la Capa Sur y La Capa Norte, uniendo ambas y originando un cuerpo de más de 20 metros de potencia y alta ley. Además, un segundo evento mineralizador provoca el reemplazamiento de la esfalerita más próxima a la falla y al muro por sulfuro de hierro masivo en forma botroidal.

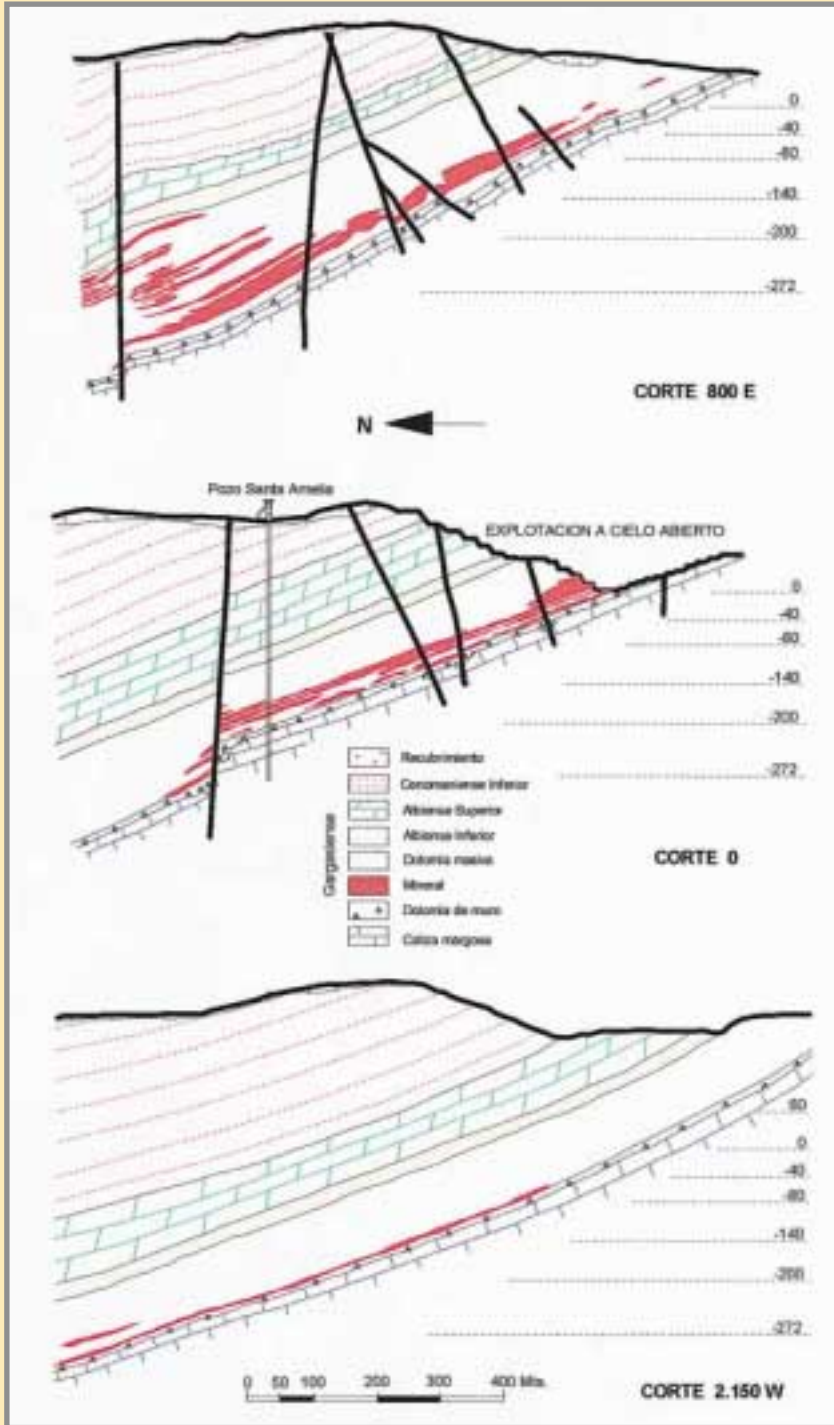
## ZONA NORDESTE

Al Norte de la Falla de La Visera, en el extremo Este de Reocín, el horizonte de mud mound pasa lateralmente a do-loarenitas (originalmente calcarenitas, o



**Reemplazamiento de esfalerita por pirita. Capa Sur, zona de Visera. Segundo evento mineralizador. Cuartel 2. Foto: A. Arribas.**

calizas detríticas), estratificadas en bancos de potencia métrica o decimétrica, por lo que la disponibilidad de planos de estratificación es muy alta y, por tanto, la geometría de las mineralizaciones muy distinta a las de la zona Centro-Oeste. Los cuerpos minerales son:



Mina de Reocín: cortes geológicos. Fuente: AZSA.

## Flexión 3E

Su geometría se puede asimilar a la de un paralelepípedo de casi 1.000 m de longitud por 45 m de ancho y potencia aproximada de 20 metros, y sigue las direcciones tectónicas locales, Este-Oeste, aunque no se conoce ninguna falla a la que se asocie directamente. Se localiza sobre el plano de estratificación a techo de las dolomías biostrómicas o segundo nivel general de mineralización de Reo-

cín, a la altura estratigráfica, por tanto, de la Capa Norte, aunque su desarrollo vertical, debido al carácter favorable de las doloarenitas de techo, es mucho mayor. En su composición predominan los bloques de la dolomía de caja y la dolomía pelítica; además, son abundantes las areniscas y arcillas procedentes del Albiense suprayacente, con el que ha estado conectado mediante conductos kársticos. Por todo ello, la esfalerita aparece dispersa y el cuerpo presenta baja ley.



Visera. Capa Sur, Cuartel 140. Contacto del mineral (esfalerita, galena y pirita) con la dolomía bandeada del techo. Obsérvese la microfracturación que rompe la continuidad del bandeado, por efecto de la tectónica. 1/96. Foto: A. Arribas.



Melnikovita (pirita coloidal + marcasita) con melanterita de alteración sobre la pared de la galería. Capa Sur, Nivel 14. 3/82. Foto: A. Arribas.



Dolomía con rudistidos. Se trata de un horizonte guía de la mineralización, que está por debajo o por encima. 3ª Capa. Nivel 14 (-180 m). Horizonte 15. 11/1972. Foto cedida por A. Arribas.

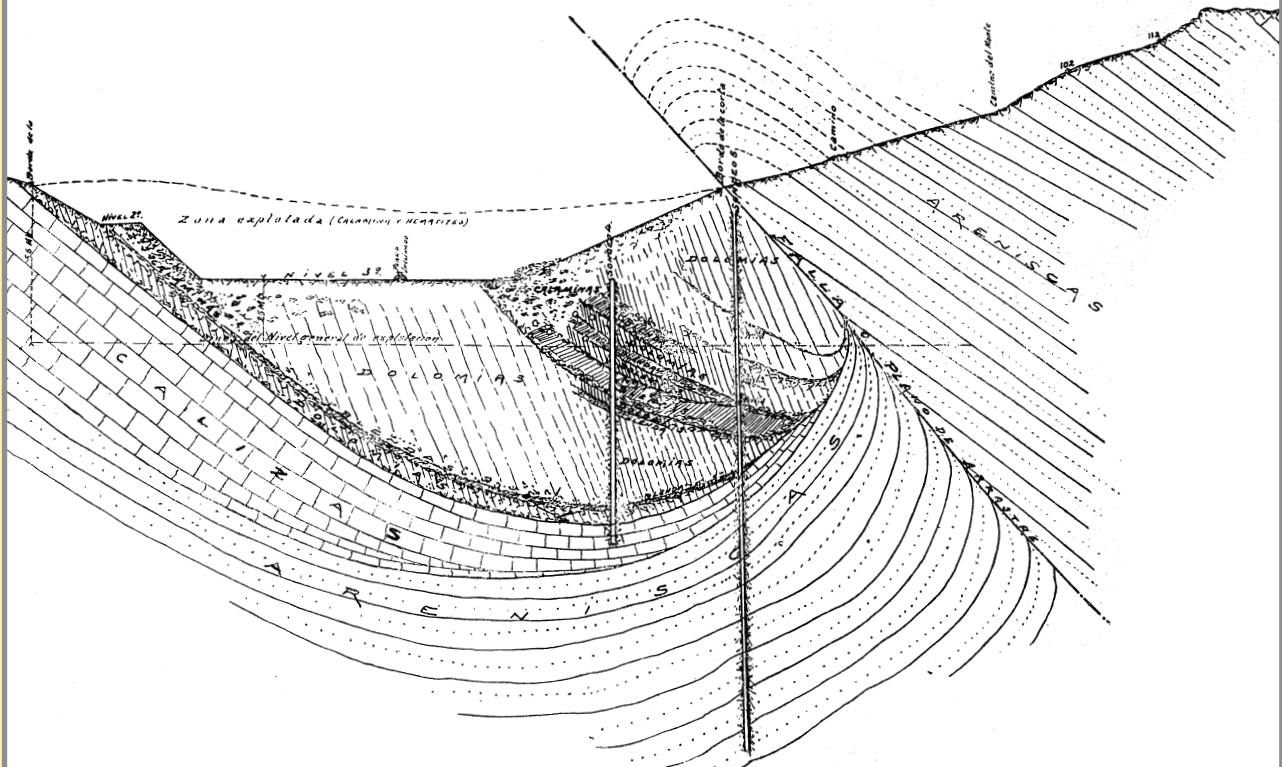




Carga del mineral con palas de control remoto, en las cámaras de banco de Barrendera. Foto: AZSA.



## Corte geológico de MERCADAL (Sección A-B)



Esquema supuesto de la falla que separa los yacimientos de Reocín y Mercadal (Minas de Cartes), según Mazarrasa (1930). Corte aproximado Norte-Sur, por la concesión "Maximina".



Lámina pulida de mineral típico de Reocín: interbandeado de esfalerita (marrón claro y oscuro) con pequeñas cantidades de galena. Foto: A. Arribas.

### Barrendera

Es el extremo Nordeste de Reocín. No se trata de un único cuerpo mineral, sino que son varios lentejones que, desde el techo de la dolomía biostrófica, y superponiéndose unos a otros, llegan a alcan-

zar el techo del Gargasiense. Algunos de estos lentejones son de dimensiones considerables, llegando a sobrepasar los 40 metros de potencia, y son claramente discordantes con la estratificación de las dolarenitas que los encajan. Las características de la mineralización son similares



Detalle de una geoda de calcita. Cámara 8 de Barrendera. Los cristales de este mineral eran muy abundantes en esta zona, actualmente inundada. 1/84. Foto: A. Arribas.

a las de la Flexión 3E: grandes bloques de la dolomía encajante entre una matriz de "dolomía pelítica" con areniscas y arcillas del Albiense y esfalerita dispersa e irregularmente distribuida, por lo que, aunque localmente la ley puede ser alta, la ley media es inferior al 7 % en Zn.

### GÉNESIS DEL YACIMIENTO

Así como larga es la historia minera de Reocín, también lo es la discusión so-



**Arenisca albense con restos de lignitos. Zona de "La Flexión" 6/86. Foto: A. Arribas.**



**Mineral típico de la zona de La Flexión, aflorando en El Zanjón. Foto: A. Arribas.**

bre su origen, que ha conocido todas las hipótesis posibles, generalmente en función de las teorías genéticas en boga en su momento. Aún hoy en día, no se ha llegado a una solución definitiva, que ha de tener en consideración los siguientes rasgos del depósito:

- Yacimiento de mineralogía muy sencilla, estratoligado, encajado en carbonatos.

- Los cuerpos son de geometría irregular y discordantes con la estratificación (incluida la Capa Sur, como se ha comentado más arriba).

- Es frecuente en Barrendera y en la Flexión 3E y menos frecuente, aunque observable, en las Capas Sur y Norte, la presencia de arenas y arcillas provenientes de Albiense suprayacente (dadas en base a las esporas contenidas).

- La esfalerita y la "dolomía pelítica" muestran, a veces, texturas sedimentarias, como finas laminaciones en que alternan láminas de esfalerita con láminas de dolomía oscura, con pasos gradacionales entre ambas.

- Son reconocibles texturas de reemplazamiento de la esfalerita o la dolomía oscura sobre la dolomía de caja o los bloques de la misma englobados en la metalización. También se pueden reconocer estructuras de relleno de cavidades y brechas de colapso.

- La dolomitización, como alteración de la roca encajante, forma un halo alrededor de Reocín que llega a afectar a los niveles carbonatados del Cenomanense Inferior.

- Los últimos estudios isotópicos efectuados arrojan unas temperaturas muy al-



**Fracturas subverticales N-S buzando al W en el extremo E de la corta. 3/82. Foto: A. Arribas.**



**Mineralización rodeando dolomía. Foto: A. Arribas.**

tas, de hasta 380°C, y una distribución gradacional de las mismas en la Capa Sur que concuerda perfectamente con la geometría de ésta, de tal manera que las máximas temperaturas aparecen en las proximidades del extremo Este de la Falla de La Visera, zona de alimentación, donde coinciden La Visera, Capa Sur, Capa Norte y Tercera Capa (hasta 380°C) y decrecen hacia el Oeste, terminando

en el extremo occidental con 110° C (en algunos puntos del borde Norte las temperaturas son inferiores a los 100° C).

En función de estas características, Reocín es considerado como un yacimiento hidrotermal, originado por el escape de fluidos de la cuenca que han ido lixiviando los cationes metálicos a su paso a lo largo de los sedimentos de la misma y los han depositado en los carbonatos gargasienses a su salida al exterior a través de las fracturas sinsedimentarias. La controversia que hoy se mantiene es sobre el momento de originarse el depósito: para unos, el yacimiento es muy temprano, de edad Gargasiense, de tipo inhalativo, en que los fluidos se habrían introducido entre los sedimentos gargasienses antes de su consolidación; para otros es epigenético tardío, de edad Cenomanense Inferior al menos, y se correspondería a un tipo Mississippi Valley (MVT), con características de yacimiento kárstico hidrotermal. La solución a estas dos posibilidades la





Zona de pilares. Nivel -140 (antes 17). Cuartel 140/3, a 400 m del final de la Capa Sur. Foto: A. Arribas.



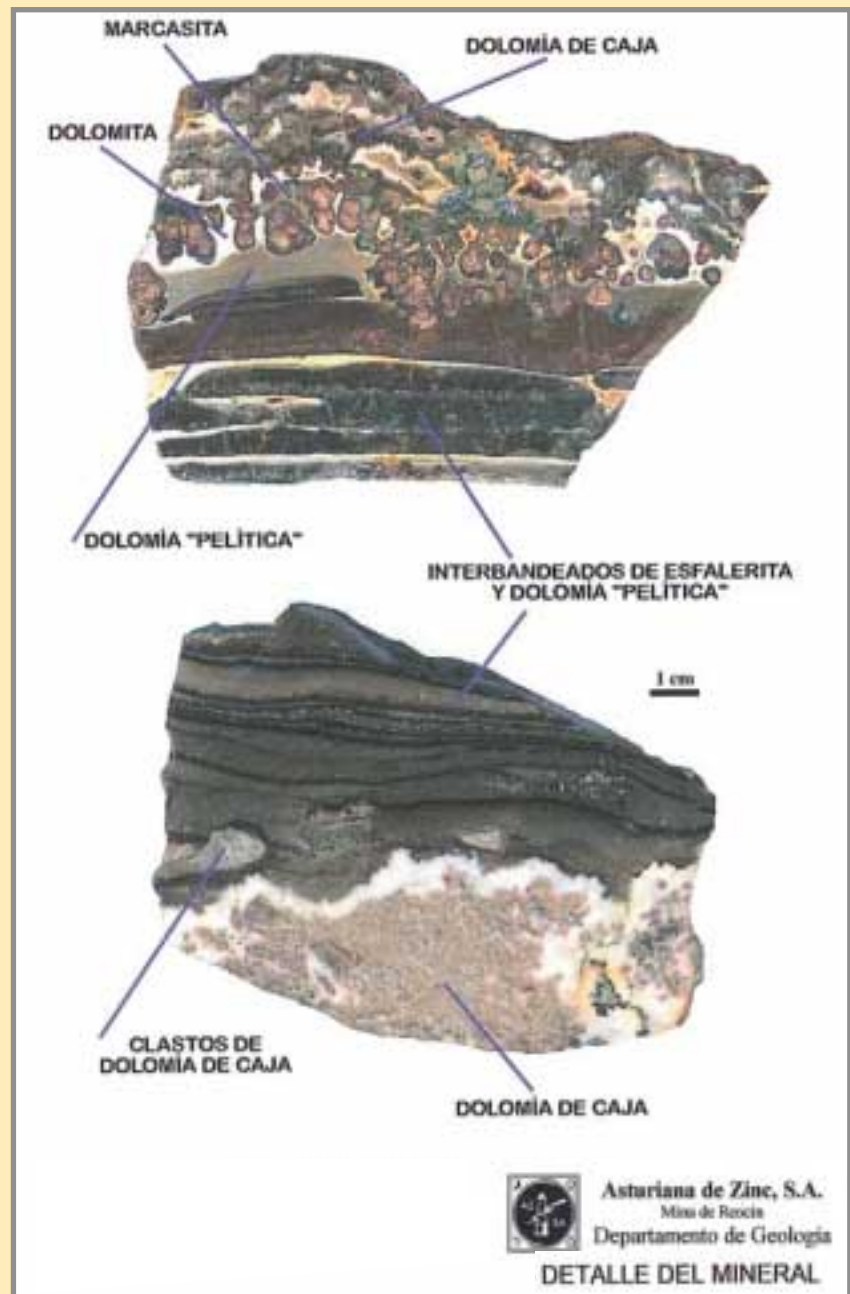
Capa Sur. Nivel 14. Láminas de margas y esfalerita de relleno kárstico, con galena. 3/82. Foto: A. Arribas.

daría la datación del yacimiento, sobre la que ya hay algunos trabajos en curso.

## HISTORIA

La zona correspondiente a las minas de Reocín fue ya explotada con toda seguridad en época romana. Durante el siglo XIX, e incluso en la primera parte del siglo XX, los trabajos mineros modernos fueron encontrando restos evidentes de antiguas labores bastante importantes (Olavarría, 1891), en las que se recuperaron diferentes restos, que en 1930 se conservaban en un pequeño museo en las instalaciones de la empresa (Mazarrasa, 1930). En particular, se citaba la existencia de una polea de madera de 55 cm de diámetro, un peso de plomo, lámparas, monedas y otros objetos. También se hicieron famosas en su época las maderas de encina ennegrecidas y muy duras, correspondientes a antiguos entibados, localizados tanto en Reocín como en la mina de Udías, que fueron en algunos casos utilizadas para fabricar bastones y objetos de adorno, dado que la “semifosilización” que habían sufrido hacía que una vez pulimentadas adquiriesen un curioso y bonito aspecto (Naranjo, 1873).

No está todavía claro, ni probablemente lo esté nunca, cual era el objetivo de las labores romanas, practicadas en la parte superior de la zona de oxidación. Se ha supuesto que pudieron obtener hierro, cosa poco probable, galena o calamina. Dada la desaparición total de las labores, poco puede decirse ya. Desde el primer momento se supuso que las más importantes estaban precisamente en zonas particularmente ricas en galena, y que las otras eran simplemente prospecciones (Naranjo, 1873), pero Carballo (1950) su-





**Bloques caídos en el relleno kárstico. Nivel 14 de la Capa Sur. Final de la galería del coladero. 3/82. Foto: A. Arribas.**



**Nivel 14, Flexión 3E, camino de Barrendera. Parte baja del lentejón de arenisca. Entre ellas y la dolomía, margas grises con fragmentos negros de materia orgánica. Rellenos kársticos. 3/82. Foto: A. Arribas.**

pone que el objetivo de la minería romana, al menos en parte, era también la “calamina”. La galena tenía una aplicación inmediata para la obtención de plomo o para la metalurgia de los minerales de plata, mientras que la calamina se utilizaba, no para obtener el zinc, metal que aún no se conocía, sino para fabricar el latón. Esta aleación se fabricaba mediante la “transformación” del cobre por la calamina, según un procedimiento bien conocido ya de los romanos, que producía probablemente lo que se llamó “auricalco”, un metal que luego se convirtió en un mito, y que se consideró “extinguido”, lo mismo que el “lapis specularis”.

Durante siglos se realizaron trabajos esporádicos en yacimientos de minerales de zinc en Cantabria para la obtención de galena, destinada en su mayoría a la fabricación de barnices para alfarería, pero la minería del zinc en la provincia de Santander comienza con la década de 1850. En esta época, los yacimientos ya habían llamado la atención de empresas importantes que explotaban minas situadas en las provincias limítrofes. En 1852, Pio Jusue, entonces profesor de la Escuela de Minas de Madrid, descubrió la presencia de minerales secundarios de zinc, conocidos con el nombre minero de “calaminas”, en la zona de Comillas. Inmediatamente el término municipal se cubrió de registros mineros, y pocos años después, también de pleitos. Según Olavarría (1891) la provincia se hizo famosa en las Audiencias de Burgos y Madrid por el número de litigios, haciendo que “mina” y “pleito” fueran palabras sinónimas.

Una de las empresas que operaban en el Norte de España era la “Real Compañía Asturiana de Minas de Carbón”, que había sido fundada en 1833 con so-



**Frente Norte del Zanjón. Fractura limonitizada afectando al mineral de la Capa Norte. 3/82. Foto: A. Arribas.**

cios belgas y españoles para la implantación de una fábrica de armas en Arnao (Asturias), que nunca llegó a realizarse. Sin embargo, se acometió la explotación de las minas de carbón de aquella localidad, que fue la primera labor vertical del aprovechamiento hullero en Asturias. Tras años de negociación, había conseguido del gobierno de la época importantes privilegios y exenciones fiscales para sus explotaciones carboneras. Hacia 1849, por influencia de Jules Hauzeur, entonces joven sobrino del principal accionista de la empresa, la compañía empezó a extender sus intereses a los minerales de zinc, adquiriendo varias minas en la provincia de Guipúzcoa, y en 1853, con participación de otros socios belgas, pasó a convertirse en la “Société pour la production du zinc en Espagne”,



**Lámina pulida de mineral típico de la Capa Sur. Foto: A. Arribas.**

ya radicada en Bélgica (Anónimo, 1954). La negociación con el gobierno español le permitió mantener los antiguos privilegios, a cambio de modificar su nombre en 1854 para pasar a ser la “Compagnie Royale Asturienne des Mines”, en España la “Real Compañía Asturiana de Minas”. Ese mismo año comenzó la construcción de una gran fábrica de zinc en Arnao, donde se trasladarían por barco para su procesamiento los minerales que se producían en Guipúzcoa (Anónimo, 1954).

Simultáneamente, en la zona de Comillas, donde existían bastantes registros de minas de plomo, un consorcio de propietarios contrató a un prestigioso metalúrgico (L. Terraillon) para que estudiara la posibilidades de tratamiento del mineral. Este especialista, que conocía bien los minerales de zinc, ya que había dirigido durante varios años la fábrica de latón de San Juan de Alcaraz, encontró que precisamente de eso se trataba fundamentalmente, de minerales de zinc y no de plomo. Ante estos resultados, los dueños de la principales concesiones, los franceses Montluc y el vizconde de





Dolomía beige con niveles de areniscas dolomíticas, sobre la dolomía H2 de muro. Fracturas de cizalla rellenas de calcita en Cámara 1 del Nivel 14. Galería superior de la Flexión. Foto: A. Arribas.



Señales de corriente (ripples) sobre la alternancia de areniscas micáceas y margas carbonosas del supraurgoniano. 10/94. Foto: A. Arribas.



Lignito (izquierda) y ámbar (derecha). Foto cedida por A. Arribas.



Bodegón geológico de Reocín. Obsérvense las muestras cortadas de blenda bandeada. Foto: AZSA.

Bougy, se asociaron con un banquero de París, J. J. Chaviteau, para la explotación conjunta de las minas (Naranjo, 1855). En octubre de 1855 se constituyó en París la “Société des Mines et Fonderies de Santander”, con un centenar de conce-

siones, incluyendo minas en Comillas y Novales, y comenzando las labores el mismo mes. La producción alcanzó en seguida las 2.000 toneladas mensuales de mineral, que se exportaban a Bélgica (Anónimo, 1856).

En este momento llega el descubrimiento del yacimiento de Reocín, mucho más importante que todos los anteriores, y sobre sus circunstancias existen dos versiones contrapuestas, la de la empresa explotadora belga y la de las fuentes españolas contemporáneas.

Según se relata en el “Libro del Centenario”, publicado por la “Compagnie Royale Asturienne des Mines” en 1954, y reflejando una “tradición oral de la Compañía”, el descubridor del yacimiento de Reocín sería Jules Hauzeur, entonces Director General, que, de viaje por Cantabria en junio o julio de 1856 camino de Arnao, sufrió el (afortunado por sus consecuencias) percance de la rotura de una rueda de su coche de caballos en Torrelavega. Mientras la reparaban, dio un “paseo geológico” por los alrededores acompañado de un ayudante, encontrando las casas del antiguo pueblo de Reocín construidas con calamina, y el yacimiento de donde procedía el mineral. Antes de seguir viaje, envió aviso al director de las minas de la empresa en Guipúzcoa, José Julián Peña, para que acudiera a examinar el terreno y registrara las correspondientes concesiones a nombre de la “Asturiana”. Sin embargo, éste se retrasó, entre otras cosas porque no quiso perderse las corridas de toros de la “Semana Grande” de San Sebastián, a primeros de agosto.

Mientras tanto, parece que el ayudante de Hauzeur había sido bastante indiscreto en alguna de las tabernas de la zona, contando la fabulosa riqueza que su jefe había descubierto. Uno de los que escucharon las indiscreciones, Ramón Pérez del Molino, se desplazó a Santander y registró a su nombre un cierto número de concesiones situadas sobre distintas zonas de lo que pensó que podía ser el yacimiento. Cuando llegó Peña, solamente pudo registrar a nombre de su empresa, a finales



El filete margoso es un horizonte guía que separa la dolomía de muro y la Capa Sur. Zona de la Visera. 5/95. Foto: A. Arribas.



Vista parcial del talud Norte en 1982. Sobre los bancos de carbonatos arrecifales yacen calcarenitas y arenas con restos de materia orgánica. Foto: A. Arribas.

de agosto y primeros de septiembre, las zonas que quedaban libres.

La versión de las fuentes españolas contemporáneas es bastante distinta. Según Maestre (1864) el descubrimiento de Reocín fue resultado de los estudios sistemáticos de la zona por parte del propio José Julián Peña, que había sido enviado por su empresa a explorar los yacimientos de plomo que se suponía existían en aquella parte de Cantabria. José Julián Peña era farmacéutico, aunque también había estudiado un curso (1841) en la Escuela de Minas de Madrid. Antes de trabajar para la “Asturiana” lo había hecho para Luis de la Escosura, tanto en las minas de Changoa, en Navarra, como en su fábrica de albayalde (carbonato de plomo). También había dirigido las minas de Losacio, en Zamora, e incluso había publicado varias memorias sobre ellas (Maffei y Rúa Figueroa, 1872).

En su exploración en la zona de Reocín encontró el importante yacimiento de calaminas que existía en su superficie, lo que comunicó a su empresa y también, según indica Maestre (1864) a los dueños de los terrenos. De ahí es que Ramón Pérez del Molino se adelantara en los registros de algunas zonas. Fueran cuales fuesen las circunstancias del descubrimiento, parece que la relación de Peña con su empresa se deterioró seriamente. De hecho, abandonó la minería, abriendo una farmacia en San Sebastián.

La situación en Reocín era delicada. Las características del yacimiento exigían una explotación a gran escala, imposible de emprender por nadie sobre una serie de concesiones fragmentadas. La situación amenazaba con igualarse a la de Comillas, donde los que más beneficios obtenían eran los abogados. Ante estas perspectivas, Jules Hauzeur negoció personalmente con Ramón Pé-

rez del Molino la adquisición de sus concesiones por la “Asturiana” a cambio de una renta sobre todo el mineral que se extrajera, incluso en aquel procedente de las concesiones que ya tenía la empresa, en un amplio perímetro que abarcaba prácticamente todo el yacimiento. Esta renta sería de un real por cada quintal (50 kg) los 20 primeros años, y medio real en los años posteriores. En 1953, casi cien años después, todavía se seguía pagando esta renta (Anónimo, 1954).

Obtenido el acuerdo, el yacimiento de Reocín se puso rápidamente en explotación. Desde junio de 1857, mes en el que comenzaron los trabajos, a diciembre del mismo año se extrajeron ya 14.327 toneladas de mineral vendible (Anónimo, 1954). Desde su descubrimiento hasta 1862 se extrajeron 70.000 toneladas de “calamina”, y a partir de esa fecha la producción fue aumentando, desde las 30.000 toneladas por año a las 42.000 toneladas de 1872 (Piquet, 1877).

Además, la empresa llegó en 1863 a acuerdos con la “Société des Mines et Fonderies de Santander” para liquidar los pleitos pendientes, y en 1885 le compró finalmente sus minas de Comillas, Udías y La Florida. En 1889 adquirió también la mina de Lanestosa, en Vizcaya, lo que dejaba en su poder prácticamente todas

las minas de zinc del Norte de España, con la excepción de algunas en los Picos de Europa. Su actuación de “lobby” ante las instancias gubernamentales le permitió además mantener el monopolio de la venta del zinc en España, al conseguir impedir la liberalización de las importaciones (Anónimo, 1954).

Las instalaciones complementarias de la mina incluían lavaderos mecánicos, movidos por máquinas de vapor, igual que los sistemas de extracción. El mineral se calcinaba en hornos instalados a pie de mina. En esta época, todavía no había aparecido la esfalerita en Reocín, y las hipótesis de formación del yacimiento iban desde la alteración de esfalerita que se suponía preexistente a la de la formación directa, la que parecía más probable en aquel momento (Piquet, 1877)

Dado que el yacimiento afloraba a la superficie en una amplia zona, las labores se desarrollaron inicialmente a cielo



La rampa Jorge Valdés fue puesta en servicio en 1985. Tiene una longitud de 3.400 m con una pendiente del 12 %. Foto: AZSA.



Sonda de investigación trabajando en la localización de nuevos yacimientos en el sinclinal de Santillana. Foto: AZSA.





Salida de estériles de la concentración. Foto: AZSA.



Dolomías beige con niveles oscuros y huecos rellenos de BGP. Nivel 17 (-245), en La Flexión. 5/85. Foto: A. Arribas.

abierto, aunque se realizaron algunos pozos de investigación hasta 40 metros de profundidad (Maestre, 1864). Entre 1877 y 1881 la empresa construyó una vía férrea particular entre las minas y el puerto de Hinojedo. Esto facilitó mucho el transporte de mineral para su embarque, que en aquel momento era uno de los condicionantes de la explotación. El mineral se trasladaba por barco a la fá-

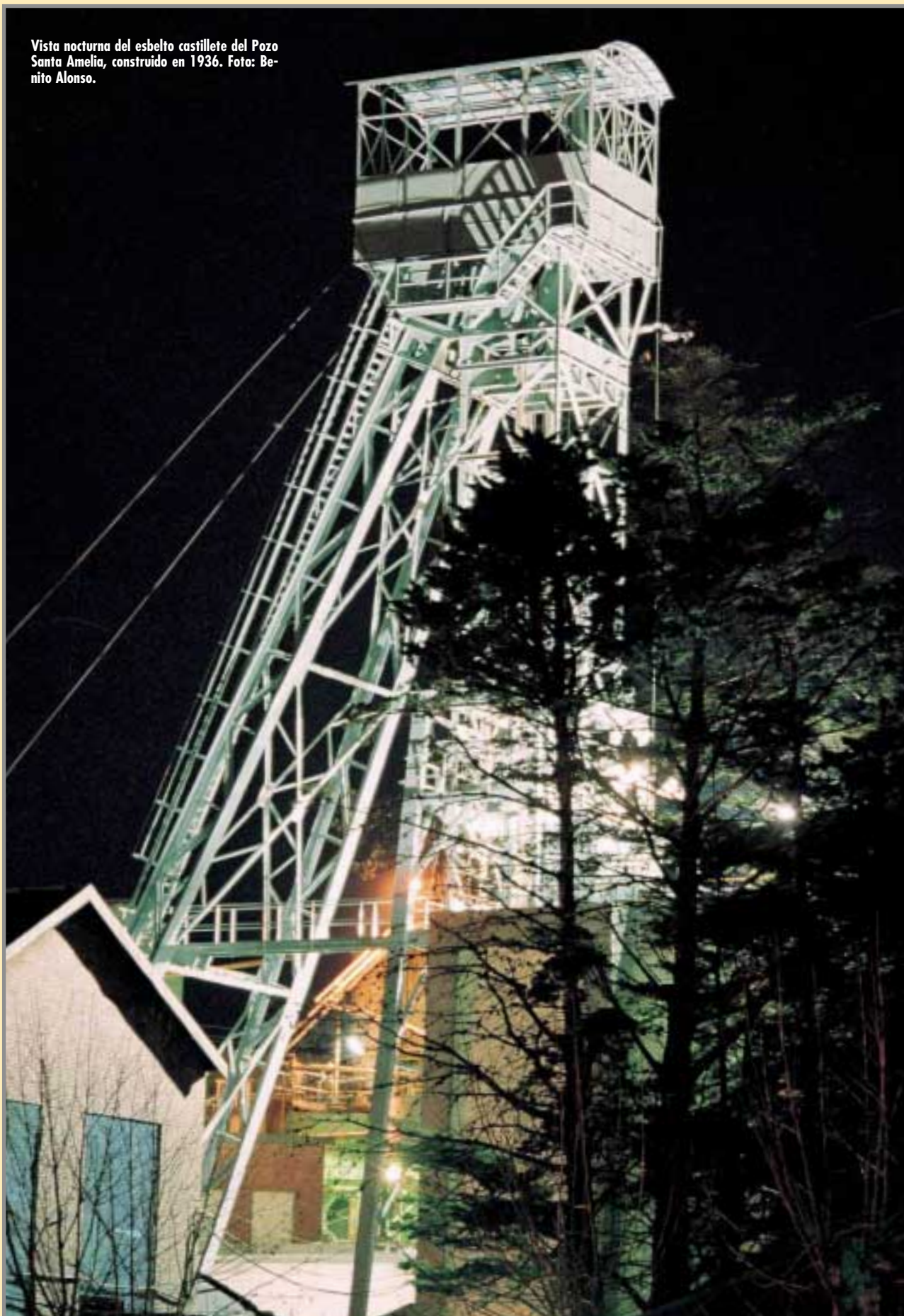


Realización de un sondeo de investigación en el interior. Foto: AZSA.

brica de Arnao, o se exportaba. La exportación era el destino de la mayoría del mineral, ya que la fábrica había sido construida para tratar un tonelaje mucho menor, correspondiente a las minas que la compañía tenía en Guipuzcoa.

En 1890 se habían extraído de Reocín más de un millón de toneladas de calamina. Se trataba de tierras calaminíferas de naturaleza pisolítica, a modo de granos y núcleos envueltos en arcillas que rellenaban las cavidades y juntas de la dolo-

Vista nocturna del esbelto castillete del Pozo Santa Amelia, construido en 1936. Foto: Benito Alonso.







Cerramiento metálico subterráneo en el nivel 20, con vía para circulación de mineral y tuberías de desagüe. Foto: AZSA, mediados s. XX.



Máquina de extracción del Pozo Santa Amelia (6/2001). Foto: G. García.

mía en las zonas donde esta afloraba. Las instalaciones mineras podían considerarse entre las más modernas del mundo, con alumbrado eléctrico, teléfono, 27 km de vías férreas interiores y, entre los sistemas de clasificación de los minerales, dos mesas Linkenbach de 10 m de diámetro, las más grandes que se habían construido hasta entonces (Olavarría, 1891). Los sistemas de separación electromagnética del mineral de hierro que acompañaba a la ca-

lamina habían sido incluso diseñados por los ingenieros de la propia empresa (Olavarría, 1891). Para efectuar esta separación, el mineral se calcinaba con carbón en polvo, lo que hacía que el óxido de hierro se redujera en parte y se hiciera magnético (Moncada, 1902).

Hacia 1900 la explotación alcanzaba ya en algunos puntos los niveles de mineral no alterado, apareciendo blenda, galena y pirita en lugar de la calamina.



Tambor, velocímetro e indicador de piso de la máquina de extracción del Pozo Santa Amelia. 6/01, Foto: G. García.



Locomotora "Udías", del antiguo ferrocarril minero, en Reocín. 6/01, Foto: G. García.

Esto exigía un sistema totalmente distinto de preparación de la mena, incluyendo el establecimiento de procesos de separación más eficiente y a mayor escala. Los equipos de separación mecánica de que disponía la empresa permitían solamente el tratamiento de 20 toneladas diarias de mineral primario (Moncada, 1902). Bajo la dirección de Juan Siges, se construyó en 1904 un nuevo taller de preparación mecánica (Anónimo, 1945).

Si bien la explotación se realizaba fundamentalmente a cielo abierto, aunque con la realización previa de trabajos subterráneos de reconocimiento, que se utilizaban también para la recogida y transporte del mineral arrancado, ya en 1908 la explotación llegaba hasta una profundidad de 9 metros sobre el nivel del río Saja, profundidad a la que se encontraba la galería general de reconocimiento. Por encima existían otros siete niveles de explotación, con la galería principal de extracción de mineral en el nivel 6, al que se hacían descender los minerales de los otros niveles mediante

tolvas y planos inclinados. Entre la mina y las plantas de separación y hornos de tostación trabajaban unas 750 personas (Salazar, 1910).

Los sistemas de separación mecánica no daban resultados suficientemente buenos con los minerales sulfurados, por lo que se comenzó a estudiar la posibilidad de utilizar los sistemas de flotación. Bajo la dirección de Leopoldo Bárcena se construyó en 1917 una planta experimental, para tratar 60 toneladas diarias. Los buenos resultados obtenidos aconsejaron la construcción de una planta a escala industrial, para tratar 200 toneladas por día, que entró en funcionamiento en 1922. En esta planta se recogían conjuntamente la galena y blenda por flotación. Después la galena se separaba de la blenda por gravedad, en una mesa Humboldt. Los estériles de la flotación se repasaban también en una mesa Humboldt, recuperando algo de calamina (Bárcena, 1922). En 1927 se construyó uno nuevo, totalmente diseñado por los ingenieros de la Asturiana, para poder tratar 500 toneladas diarias. En este se empleaba ya la flotación diferencial, recuperando primero la galena y luego la blenda, con rendimientos y pureza de los minerales separados muy elevados (Anónimo, 1928).

El futuro del yacimiento se presentaba por otra parte prometedor. Las campañas de sondeos realizadas entre 1921 y 1928 permitieron ubicar unas enormes reservas de mineral, que extendían la vida del yacimiento de Reocín en muchas décadas. A mediados de la década de 1920 las labores subterráneas eran ya las dominantes, con la blenda como mineral fundamental. Los sistemas movidos por aire comprimido (perforadoras y cargadoras) eran las herramientas fundamentales de trabajo. También se comenzó la perforación del pozo maestro que debería alcanzar los 320 metros de profundidad, y sería equipado con una máquina de extracción eléctrica capaz de extraer 1.000 toneladas en siete horas.

La sustitución de calamina por blenda como mineral fundamental produjo otros cambios en los sistemas de tratamiento. Los hornos de calcinación de las calaminas ya no tenían utilidad, y en cambio la tostación de la blenda permitía obtener ácido sulfúrico. Para producir este compuesto la empresa construyó en Hinojedo una planta de tostación que entró en funcionamiento en junio de 1928. El ácido sulfúrico producido se vendía a la sociedad Cros, radicada en la zona, para la fabricación de superfosfatos.



Carga de estériles en el talud Norte del Zanjón. Foto: AZSA.



Máquina de extracción del Pozo Santa Amelia, hacia mediados del siglo XX. Foto: AZSA.

En 1930 las labores mineras ocupaban 90 hectáreas de las 345 sobre las que se suponía que se extendía el yacimiento. Estas labores habían permitido reconocer la capa a lo largo de 3 kilómetros, encontrando su finalización al NE en las minas “Barrendera” y “Luciana”, donde, aunque continuaba la dolomía, ésta era ya estéril. No sucedía lo mismo hacia el Oeste, y aunque los trabajos extractivos alcanzaban sólo las concesiones “Quesera” y “Donostiarra”, la exploración había confirmado la continuación del mineral hasta un kilómetro más, muy cerca del alto de Sopeña, con un ancho de capa entre 200 y 300 metros (Mazarrasa, 1930).

La blenda y galena, casi siempre mezcladas, se encontraban formando cuerpo

con la dolomía en lechos o columnas de mineralización, dispuestas según la línea de máxima pendiente de la capa (Mazarrasa, 1930). La separación entre calaminas y sulfuros venía condicionada por el nivel hidrostático, cuya superficie preservaba de la oxidación al yacimiento. Aunque ese año de 1930, las labores alcanzaron la cota -40 con relación al nivel del río Saja, la mayor parte de labores de principios del siglo fueron establecidas por encima del octavo nivel, correspondiente a ocho metros por encima del río. Todos ellos fueron a cielo abierto sobre la montera de la capa, con algunas galerías en dirección a efectos de reconocimiento y extracción, una de ellas en el sexto nivel en la zona Oeste y una segunda, con funciones de desagüe y ex-

**“En 1922 arrancó la primera planta de flotación de blenda y galena de Europa, que trataba 200 t/día”**



ploración practicada en el 8° nivel, en la que se dieron ramales inclinados y nuevas galerías en dirección hasta los niveles 9° y 10°, que cortaron columnas mineralizadas importantes. Una parte de la extracción era subterránea, por el método de cámaras y pilares, siendo su volumen marginal al principio, aunque como era evidente, a medio plazo ganó protagonismo. La evaluación que ese año se hizo del yacimiento arrojó un máximo de 70.000 t de calaminas y una cantidad de blendas no inferior a 250.000 t (Mazarrasa, 1930), cifra esta última que las sucesivas exploraciones en profundidad se encargaron de elevar notablemente.

Al igual que en las vecinas minas de Cartes, (yacimiento de Mercadal), los primeros trabajos en Reocín fueron para la extracción del hierro de la montera, etapa que concluyó pronto. Hasta 1929, la labor principal fue la “Galería del Vallejo”, establecida a 9 metros sobre el río Saja, en el 8° nivel. Dicha galería seguía la dirección de la capa, y de ella partían transversales que permitieron definir el espesor del manto a esa profundidad. Los niveles 1°, 2° y 3°, los más superficiales y con 8 m - 10 m de altura entre ellos, fueron desmontes de escaso provecho industrial, con el principal objeto de “separar las tierras y dejar al descubierto el criadero” (Mazarrasa, 1930). El 4° nivel era un cielo abierto con algunas galerías de investigación, y el 5° y 6° niveles estaban unidos en uno sólo, igualmente con galerías de reconocimiento.

El nivel séptimo era mayoritariamente subterráneo, con varias galerías en múltiples direcciones. La separación entre pisos se duplicó entre los niveles 8° y 10°, que distaban entre ellos 40 m en vertical. Ese año se produjeron unas 5.000 t de calaminas, 12.000 t de blenda y 1.400 t de galena, con una plantilla de 550 hombres entre minas y fábricas. El arranque de las calaminas se realizaba con pico y pala, mientras que la blenda se perforaba “a la barra” con equipos de marreros o con martillos de aire comprimido en los grandes tajos, volando después con dinamita. Se posteaba con madera de acacia procedente de un bosque propiedad de la compañía, y también con eucalipto y otras maderas, estando los pisos más productivos en los niveles 7°, 8° y 10°. El transporte estaba parcialmente mecanizado por pozo, con el apoyo de dos jaulas (una eléctrica y otra de vapor) para vagones de 500 kg. Los niveles 9° y 10° disponían de un plano inclinado de 150 m de longitud y doble vía, con un dispositivo de arrastre de 3.000 kg de carga útil (Mazarrasa, 1930).



**Locomotora de acumuladores alcalinos para arrastre de un tren de mineral en el Nivel 20. Foto: AZSA, mediados de s. XX.**



**Contacto del mineral bandeado de la Capa Sur con la dolomía de muro. Punta de Lanza, nivel 245, cuartel 2. La marca roja la ponen los geólogos para indicar la línea aproximada del contacto. Junio de 2001. Foto: G. García.**



**Piguera abierta de la tolva en galería de muro para carga de mineral en el Nivel 14. Foto: AZSA, mediados de s. XX.**

El agua en la mina empezó a perfilarse como un serio problema. Hasta el 8° nivel, el desagüe había sido posible de forma natural, sin ningún medio mecánico, merced a una galería de 3,5 km para este ser-

vicio que captaba las aguas de los pisos superiores y la conducía nuevamente al río sin más ayuda que la gravedad. En las cotas inferiores, el bombeo se hizo imprescindible para el desarrollo y avance de los trabajos. Desde ese momento, el gasto en achique se hizo permanentemente tan necesario como gravoso.

La salubridad de la atmósfera subterránea se veía mejorada por la humedad ambiente, siendo la ventilación natural en la mayor parte de la mina. Con el desarrollo del trazado subterráneo de la mina, se hizo necesario el apoyo de ventilación forzada.

La diversidad inicial de minerales en el yacimiento, impuso unas tareas muy laboriosas de escogido y procesado. El estrío o separación de lo útil entre lo es-



Salida de aire del interior al nivel 6° (fondo del Zanjón), visible por efecto de la condensación de vapor en invierno. Foto: R. Antón.



Galería de muro en el Nivel 14. Colada de formación reciente de óxidos de hierro. 3/70. Foto: R. Antón.

téril fue manual durante mucho tiempo, hasta la llegada de los medios densos en 1945. En este escogido manual de los tamaños gruesos se obtenían cuatro productos con líneas de proceso diferentes, aparte del estéril que era conducido a las escombreras. Estos productos eran los siguientes (Mazarrasa, 1930):

- Calamina limpia, que iba a los hornos de cuba.
- Blenda y galena limpias, que se almacenaban sin proceso.
- Calamina ferruginosa, que iba a los hornos de reverbero.
- Calamina y blenda plomiza y blenda dolomítica, que iban a los talleres de preparación.

Básicamente se disponía de una sección metalúrgica de calcinación de calaminas (que con el tiempo desapareció) y otra sección de preparación mecánica y concentración gravimétrica en cribas de pistón y flotación tras la molienda fina, más similar al proceso actual orientado solamente a sulfuros y que trataba el grueso de la producción, el cuarto de los productos descritos.

En 1930 la trituración primaria y la preconcentración se verificaban en dos talleres (talleres 1 y 2) con una capacidad conjunta de 200 t/día de todo uno, y un rendimiento de 40 t a 50 t de mineral limpio. El machaqueo primario se realizaba en una trituradora de mandíbulas, con salida a un trómel de dos aberturas que clasificaba 3 productos: un rechazo grueso con salida a una mesa de escogido, una fracción media que pasaba a un molino, y la fracción fina, que previo trómel pasaba a la concentración en cribas de pistón.

Más complejo era el Taller de Flotación, tan mecanizado en su momento que



Antiguas labores de la Capa Sur exhumadas por la explotación a cielo abierto, en 1972. Foto cedida por A. Arribas.



Dada la altura vertical de las cámaras de Barrendera, la carga se efectuaba por control remoto, para evitar la entrada de personas. En la imagen, cámara 11 en 5 niveles, desde el -200 hasta el -122. Foto: AZSA.





Arriba: La rampa Jorge Valdés recibe su nombre en honor al malogrado Jefe de Geología de AZSA.  
Abajo: Planta subterránea de preparación automatizada del relleno, en el nivel -140. Foto: AZSA.



era asistido sólo por 6 operarios, con una capacidad de tratamiento similar al de los dos talleres mecánicos. Su diseño era comparable con una línea actual de flotación, con sus etapas de trituración, deslamado, molienda, clasificación y paso

a celdas, salvo que la galena no era flotada junto con la blenda sino que se captaba previamente en mesas Butchart gravimétricas, merced a la diferencia de densidad con la blenda. La maquinaria del Taller de Flotación fue construida en

Estados Unidos y en los talleres de la propia compañía en Reocín.

Las calaminas se calcinaban para transformarlas en óxidos y aumentar su contenido en zinc. Los fragmentos superiores a 13 mm eran separados a mano para abastecer los hornos de cuba, reservados para las calaminas limpias. Los tamaños menores, comúnmente contaminados con óxidos de hierro, se llevaban a hornos de reverbero con carbón para reducir el hierro a su estado magnético y poderlo retener en un separador magnético. Reocín también trataba las calaminas de la mina de Udías, propiedad de la misma empresa, y un cable aéreo llevaba los minerales de Mercadal a Torres.

La crisis económica mundial de 1929, continuada en años posteriores, golpeó muy duramente a la minería, y en particular a las minas de zinc de Cantabria. De las distintas minas activas en la década de 1920 solamente estaban en producción en 1932 la de Reocín y la de Cartes, que cerraría al año siguiente por agotamiento de sus reservas. A partir de ahí, y durante toda la década, solamente se mantendría en funcionamiento Reocín. Entre 1930 y 1938, la empresa matriz, la “Compagnie Royale Asturienne des Mines” no repartió dividendos a los accionistas, e incluso tuvo pérdidas el año 1931 (Anónimo, 1954). A pesar de la crisis, se siguieron realizando labores de desarrollo, preparando el pozo “Santa Amelia” y el ferrocarril minero al lavadero de Torres.

La guerra civil de 1936-39 no produjo daños importantes en las instalaciones de la empresa, que siguió en actividad, aunque a menor escala, durante toda la contienda. En Arnao estuvo en funcionamiento solamente uno de los cuatro hornos para la obtención de zinc. La amenaza de destrucción de la empresa por las tropas republicanas no se cumplió, y en 1938, tras la ocupación de Asturias por las tropas del General Franco se activaron los otros hornos y se empezó la construcción de dos más. Ese año, Reocín produjo 72.000 toneladas de mineral.

El mayor problema de la posguerra fue el de los suministros. El aumento de la capacidad del lavadero de flotación y la mecanización de la mina chocó con la escasez de algunos reactivos y con los problemas de suministro eléctrico debidos a la grave sequía de los primeros años de la década de 1940. A nivel económico, esto se compensaba en parte por el aumento de la demanda y por el mo-



Perforadora realizando barrenos de producción para voladura en banco. Foto: G. García, 7/98.



Frente del vertedero de estériles en el talud Oeste. Obsérvese el cale con la mina subterránea a la derecha de la foto. Julio de 1998. Foto: G. García.

nopolio del zinc que ostentaba la empresa con sus minas en Reocín y Guipúzcoa, ya que las de Cartagena, fuera de su control, tenían una producción pequeña y además de un mineral de mala calidad. También se producía algo de electricidad recuperando el calor obtenido en la tostación de los sulfuros.

La pirita empezó a recuperarse ya en la década de 1930, y esto representó un aumento en la producción de ácido sulfúrico difícil de comercializar. En la planta de San Juan de Nieva comenzaron a fabricarse también superfosfatos, y en 1940 se construyó una planta en Hinojedo para obtener azufre elemental a partir del  $\text{SO}_2$ .

En 1953, por el pozo “Santa Amelia”, con un diámetro de 5 metros y 300 de profundidad, se extraían 2.000 toneladas diarias de mineral. En ese año se comenzó la instalación en el interior de la mina de un taller de preconcentración de mineral utilizando medios densos.

Al finalizar la segunda guerra mundial, la empresa matriz se tuvo que enfrentar a un problema burocrático importante, motivado por la legislación belga, que limitaba la vida de las empresas a 100 años. En 1948 se llevó a cabo una profunda reorganización, obteniendo de las autoridades belgas una prórroga hasta el 9 de junio de 1973, fecha en la que la Compagnie Royale Asturienne des Mines, con minas y fábricas en muchos países europeos y del Norte de África, debería disolverse (Anónimo, 1954). Por lo que respecta a España y a Reocín, las circunstancias económicas no le permitieron llegar tan lejos.



Embarque del Pozo Santa Amelia en superficie. El pozo da servicio al transporte de personal y a dos skips de 7,5 t, desde la trituración primaria en el nivel -260 Foto: G. García.

Asturiana de Zinc, S.A. (AZSA) se constituye en Avilés en 1957 como empresa transformadora y metalúrgica, con un 49 % participado por la Real Compañía Asturiana de Minas (RCA). En febrero de 1960 entró en actividad su planta hidrometalúrgica de San Juan de Nieva, una instalación puntera en su momento de obtención del zinc por vía electrolítica, con 15.000 t/año de capacidad nominal. La fábrica se abastecía de los minerales explotados por la sociedad belga Compagnie Royale Asturienne des Mines (equivalente a la RCA en España), titular de numerosos derechos mineros en Cantabria, así como propietaria de la fábrica de anhídrido sulfuroso

de Hinojedo y la de transformados de Arnao (Asturias), con una importante red comercial. Este período está marcado por la influencia de la saga Sitges, todos ingenieros de minas, a excepción de Francisco Javier Sitges, que optó por la carrera de Ciencias Químicas al no superar las pruebas de acceso a la Escuela de Minas. Esta derivación resultó providencial para el desarrollo de la planta hidrometalúrgica, que suponía en su momento una apuesta por las nuevas tecnologías en comparación con los métodos clásicos.

Durante la década de los 70, la RCAM entra en dificultades financieras, con deudas acumuladas crecientes por la





Trabajos de carga, perforación y voladura en el extremo Este del Zanjón. Obsérvese la protección del talud Norte frente a la caída de piedras. 6/01. Foto: G. García.



Cinta de entrada a trituración secundaria. Detrás, el castillete del Pzo Santa Amelia. 6/01. Foto: G. García.



Camión lanzadera de relleno trabajando en la zona de recuperación de pilares. Foto: AZSA.

compra de zinc a AZSA, que acepta diversos activos industriales como forma de pago de la deuda. Esta situación concluye en 1983 con la absorción de la RCAM por AZSA, fecha desde la cual AZSA se convierte en una empresa minera.

AZSA inicia rápidamente la investigación geológica en su dominio minero y analiza la continuidad y perspectivas de

suministro de concentrados para su fábrica de Avilés. En la mina de Reocín se efectúan ese año casi 18 km de sondeos en interior y 20 km en exterior. Se barre el Sinclinal de Santillana con prospecciones gravimétricas, electromagnéticas y geoquímicas. Se reconoce igualmente la mina de Novales, confirmando su falta de perspectivas, y las minas de Legorreta

y Arditurri (Oyarzún, Guipúzcoa), con idéntico resultado negativo, cuyas producciones irían decreciendo hasta el cierre definitivo. En 1984 se desarrolla una investigación en la mina de Áliva (Picos de Europa), con resultados negativos, y la mina es vendida al año siguiente.

En cuanto al abastecimiento, AZSA cuenta en ese momento con más del 90

% de minerales procedentes de España, un 50 % de Reocín (mineral propio) y un 46 % de la mina de Rubiales (Lugo), propiedad de EXMINESA. AZSA tenía, por otra parte, la perspectiva de la puesta en marcha en 1987 de la mina Troya, también de EXMINESA, de la que AZSA era accionista. Esta situación permitía a AZSA operar con unas mínimas necesidades de mineral importado.

Ante los resultados poco alentadores de la investigación geológica, la mina de Reocín es potenciada para operar con mayores producciones y rendimientos. Se inicia la reprofundización en 1986 del Pozo Santa Amelia para la explotación del nivel 20 y se impulsa la mecanización del laboreo en la zona Este con el banco por barrenos verticales. Como fruto de este esfuerzo, se obtienen en 1990 cifras de producción antes desconocidas, que se mantendrán y aumentarán los años venideros: más de 920.000 t de mineral explotado en subterráneo y 870.000 en El Zanjón, con 188.000 t de concentrado de zinc. Ese año concluye la preparación del nivel -260 (o nivel 21), con una estación de trituración y extracción por skip. Se sustituye el transporte con ferrocarril para dar paso a los camiones de perfil bajo de 30 t, más rápidos y flexibles en su operación. Al año siguiente concluyó la obra de desagüe en un escalón único.

Sin embargo, acompañando a estas mejoras, la perspectiva del agotamiento de Reocín va tomando forma, con una mina altamente productiva y suministradora de un concentrado de alta calidad, pero con unos recursos cada vez más conocidos en su limitación. En 1990, de las 420.000 t procesadas en San Juan de Nieva, casi el 30 % de las mismas eran ya de mineral importado. Por su parte, la fábrica electrolítica se va posicionando como la instalación metalúrgica zincífera más importante de Europa con más de 220.000 t de zinc metal, aunque con unas desfavorables perspectivas de dependencia de mineral ajeno. AZSA persiste en su esfuerzo de exploración para localizar nuevas mineralizaciones que puedan apoyar la producción interna, y así se desarrollan nuevas campañas de sondeos y prospección geofísica y geoquímica en Cantabria, Asturias y Teruel, pero los discretos resultados no constituyen una esperanza válida para el consumo creciente de concentrado que requiere la fábrica de Avilés, que toma una posición de liderazgo como la transformadora de mayor capacidad (440.000 t/año) y de menores costes del mundo. En



La afluencia permanente de grandes cantidades de agua es uno de los problemas técnicos de mayor envergadura y coste en Reocín. Foto: AZSA.



En 1986 se acometió la reprofundización del Pozo Santa Amelia hasta los 414 metros, con objeto de laborear los niveles inferiores mineralizados. Foto: AZSA.

esta fábrica operan cuatro plantas de tosación de concentrados con producción adicional de 600.000 t/año de ácido sulfúrico, aparte del zinc metal.

La planta produce básicamente zinc electrolítico y derivados de este metal, ácido sulfúrico, óxido de germanio (12 % del total mundial), sulfato de cobre y mercurio, mientras que en la fábrica de Arnao se lamina y trefila zinc y se produce asimismo óxido y polvo de zinc.

En 1989, la empresa canadiense Cu-

rragh Resources adquiere el 20 % de AZSA, diseñando una estrategia de entrada en el mercado norteamericano y ampliación de la red comercial. La dificultad de entrada en este mercado se

suma con unas cotizaciones desfavorables de zinc en el mercado internacional, reduciéndose las ventas y los márgenes de beneficio. Curragh vende sus acciones y entra la

austriaca Svoboda Handels und Beratungs. En 1993 AZSA se lanza a la búsqueda de socios capitalistas efectuando

**“La fábrica de San Juan de Nieva se ha consolidado como la metalurgia de zinc más grande del mundo”**





Sala de bombas del nivel -272, con una capacidad de desagüe de 9.000 m<sup>3</sup>/h. Reocín es la mina española con mayores dificultades en el achique de agua, con entradas constantes de 1,2 m<sup>3</sup>/h. Foto: AZSA.



Instalación de trituración primaria del nivel -260, junto al Pozo Santa Amelia. Se trata de un cono Nordberg 30/60 que produce un <150 mm. Foto: AZSA.

varias ampliaciones de capital, momento en el que Banesto (el Banco Español de Crédito estaba vinculado a la empresa desde los primeros momentos) aumenta su participación del 38 % al 64 %. Una etapa poco brillante discurre con la incorporación de AZSA a la Corporación Industrial Banesto, con unas cotizaciones del zinc aún desfavorables. En 1994, y como consecuencia de la intervención de Banesto por el Gobierno, AZSA pasa al Banco de Santander. En contraste con los malos resultados de la compañía, la actividad en la mina se mantiene fuerte, con una producción de 1,9 Mt en 1993 y otras tantas en 1994.

En 1996, año en que aún hubo pérdidas, Banesto sale del accionariado y se incorpora el grupo suizo Glencore International, un importante “trader” minero-metalúrgico, devolviendo a la compañía la estabilidad temporalmente perdida y captando el 44 % del capital.

Entre tanto, la mina de Reocín mantiene un ritmo productivo alto, aún con el horizonte de agotamiento cada vez más próximo. En 1997 se extraen más de 1 Mt de mineral (7,4 % Zn), el 52 % procedente de interior y el 48 % de El Zanjón.

La exploración sigue activa durante los años de la crisis, con 18 km perforados en 1993 y 27 km en 1995, pero con resultados persistentemente negativos. En 1998, las cifras de producción de la mina se mantienen similares a las del año anterior.

AZSA mantiene sin resolver su objetivo de encontrar o adquirir una mina como garantía de autosuministro, que en cualquier caso sería parcial, incrementando con el aumento de capacidad de la electrolisis de Avilés la dependencia de compras al extranjero. Sin embargo, el



Lanzadera de perfil bajo cargando en la planta de preparación del relleno. Foto: AZSA.

posicionamiento y experiencia de Glencore en el mercado zincífero mundial proporciona una expectativa esperanzadora de negocio y un crecimiento estable en un contexto de globalización del mercado en el que AZSA aspira a ser lí-

der mundial del zinc. La percepción actual que la compañía proyecta ya no es la de una imagen doméstica más o menos sólida en el panorama minero español, sino la de una empresa que opta por ser cola de león dentro del siempre com-



Descalce de un pilar sobre masa arcillosa que fluye hacia el piso, en Punta de Lanza, nivel -245, cámara 2. 6/01. Foto: G. García.



Camión lanzadera proyectando relleno de hormigón en Punta de Lanza, nivel -290, cámara 1. 6/01. Foto: G. García.

plicado entorno de la oscilante cotización del zinc y del dólar.

El capital inicial de 100 MESP, ha sido paulatinamente ampliado hasta los 21.170 MESP actuales, con 40 millones de acciones que se negociaban cada día en el mercado continuo de la Bolsa de Madrid. En enero de 2001, el grupo suizo Xstrata (con intereses en ferrocromo, vanadio, carbón...) realizó una oferta pública de acciones, logrando captar el 92,4 % del capital, y se prevé una segunda oferta pública de adquisición de acciones de exclusión sobre el capital restante.

## MINERÍA

La explotación del yacimiento se ha efectuado de forma mixta, por labores subterráneas (Rampa Jorge Valdés y Pozo Santa Amelia) y a cielo abierto (El Zanjón). La disposición inclinada de la capa mineralizada ha permitido su explotación parcial desde superficie por transferencia en la zona Centro y Este, donde afloraba la zona de mineral oxidado (calaminas). El resto del mineral ha sido alcanzado por accesos subterráneos, donde los métodos de extracción fueron adaptándose a la potencia de la capa y evolucionando con los avances técnicos en minería.

### LABORES A CIELO ABIERTO

El corte a cielo abierto, conocido como El Zanjón, viene efectuando un avance sobre la capa en dirección NE, con transferencia de los estériles al talud SW. De esta guisa se ha trabajado sobre la capa con cierta continuidad, a excepción de una esterilidad que separa Barrendera del resto



La explotación a cielo abierto se reanudó en 1965, como consecuencia del hundimiento de la mina subterránea. Como se observa en la fotografía, conecta con la mina subterránea, cuyos pilares recupera. 6/01. Foto: G. García.

de la capa. AZSA realiza directamente la ingeniería, perforación y voladura, mientras que el empuje, carga y transporte corre a cargo de un contratista. La explotación se lleva a cabo en bancos descendentes de 20 m de anchura unidos por rampas del 8%, con una altura de 10 m cuando están en estéril y 5 m cuando están en mineral. El talud final será de 46° en el flanco Norte y 23° en el flanco Sur (coincidente con la inclinación de la capa). Las dimensiones finales de diseño son 1.800 m x 600 m, y una profundidad de 266 m (cota -90).

Todo el arranque se realiza con perforación y voladura, con nagolita a granel como carga de columna y Riogel 2 (emulsión) como iniciador. El consumo especí-

fico de explosivo es de 380 g/m<sup>3</sup>. Los barrenos de producción se dan con máquinas rotativas y tricono de 9", y una sonda auxiliar realiza las labores de taqueo. La ma-

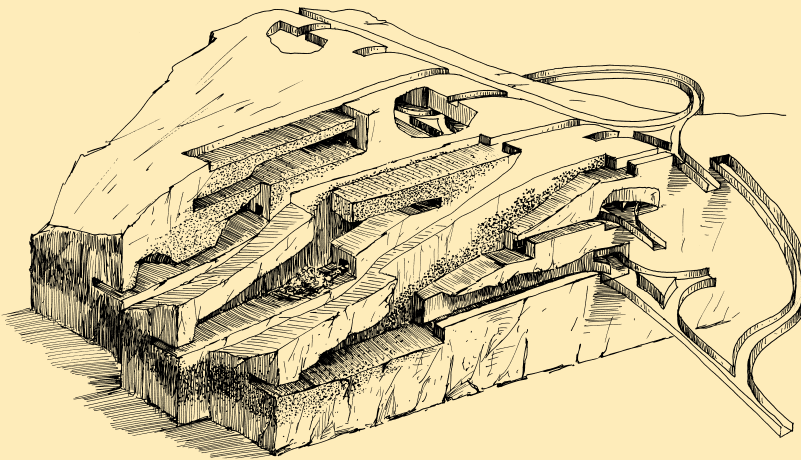
***Asturiana de Zinc recoge el 80 % de la cuota del mercado nacional. Más de la mitad de la producción se destina para galvanización***

lla de trabajo es de 7 m x 6 m en estéril y se cierra a 5 m x 4,5 m cuando se perfora en mineral. Una vez disparado el banco se realiza la carga con palas de ruedas y excavadoras de carga frontal, en equipo con

dúmpers de 78 t. El parque de maquinaria del contratista comprende 13 unidades de carga de las marcas Caterpillar (modelo superior Cat 992), Clark y O&K (modelo superior RH 75), así como 12 tractores para empuje, ripado y mantenimiento de vertederos. Para el transporte existe una flota de 40 dúmpers Terex, Euclid, Komatsu y



**ESQUEMA ISOMETRICO DE  
A. Z. S. A. EXPLOTACION POR CAMARAS MINAS DE REOCIN  
DE BANQUEO**



**Colada de zinc en la planta electrolítica de San Juan de Nieva (Avilés). Foto: AZSA.**



**Compárese la imagen con el esquema superior. Tiros largos en Barrendera. Foto: AZSA.**

Volvo. Completan el parque diversos equipos de mantenimiento y conservación: niveladora y camiones de riego de pistas. Los movimientos de tierra entre 1987 y 1992 sumaron más de 23 Mt, con 5 Mt de mineral con una media en torno al 5 % en zinc.

## LABORES SUBTERRÁNEAS

Se extienden sobre una superficie de 3.500 m x 700 m, con acceso por

pozo vertical y rampa. El Pozo Santa Amelia entró en operación en 1936, de sección circular de 4,5 m de diámetro y 414 m de profundidad. Está equipado con dos skips de 4 m<sup>3</sup> para extracción de minerales y jaulas para personal. La máquina de extracción es de doble tambor, con un sistema de corriente continua Ward Leonard de 443 kW.

La rampa Jorge Valdés entró en servicio en 1985, y está completamente

hormigonada en su recorrido de 3.400 metros excavados en la caliza margosa a muro del yacimiento. Enlazaba la cota +10 de El Zanjón con el nivel -305 (Barrendera, ya inundado). Actualmente llega sólo al -260. Tiene una sección de 5 m x 4 m y una pendiente del 12 %.

Existen otros dos planos inclinados paralelos de 728 metros y sección de 5 m x 3,5 m, con una fuerte pendiente del 38 % que une la cota +60 exterior con el nivel 200, que se destinan a la gruesa tubería de desagüe que la mina requiere.

Los niveles principales de trabajo o infraestructura actual de la mina son los niveles 80, 140, 200 y 260. Es evidente que la mina, dada su antigüedad, ha pasado por etapas donde la planificación y rendimiento de los trabajos fue muy distinta de la actual. En esta última etapa de producción, de finales de los 90, los cuarteles de explotación se han establecido en los niveles -290, -260, -245, -140 (en Punta de Lanza, al Oeste) y en La Visera, niveles -230 y -200. La sala de bombas principal se encuentra en el nivel -260, unos 200 m al Oeste del pozo Santa Amelia, de donde arrancan las tuberías de desagüe. En la cota más baja de la mina, nivel -290, se instalaron en 1999 cuatro bombas sumergibles secundarias. El ventilador principal es aspirante y se encuentra en el extremo Sudoeste de la mina, entrando el aire fresco por el pozo Santa Amelia y por la rampa. La planta de relleno está instalada en el -140. Esta viene a ser, resumidamente, la implantación subterránea actual.

Inicialmente los trabajos de arranque se llevaron a cabo por el método de cá-



**Muestra de mano de mineral de Barrendera: esfalerita bandeada con pirita y carbonatos tardíos. Colección y foto: G. García.**



**Cresta de marcasita con dolomita. Tamaño: 12 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.**



**La rampa Jorge Valdés tiene el piso íntegramente hormigonado, mejorando su disponibilidad en servicio y reduciendo los tiempos de recorrido. Foto: AZSA.**

maras y pilares, cámaras que se ejecutaban en pendiente dada la inclinación de la capa, que se entierra en dirección Noroeste. La perforación de barrenos era obviamente manual y la carga se realizaba con scraper o rasca sobre vagones de pequeño tonelaje (5 t y 7 t). Siguiendo la línea de máxima pendiente de la capa se abría un canal que se iba ensanchando por banqueo. El mineral volado se arrastraba pendiente abajo con el apoyo del

scraper, y vertía sobre un tiro de vagones sobre vía situados en la galería inferior. Una vez abiertos distintas cámaras, se realizaba la operación en sentido transversal, quedando únicamente los pilares de mineral abandonado. Todavía es posible encontrar vagones y restos de las viejas vías en la parte antigua de la mina.

Este tipo de laboreo alcanzó hasta el nivel -200 en la zona Central y hasta el -245 en la zona Oeste. Como es natural,

afectó a las mejores zonas del yacimiento, la capa Sur en general.

Con la entrada de Asturiana de Zinc en relevo de la Real Compañía Asturiana de Minas, se acometen reformas en el esquema de laboreo con vistas a un exhaustivo aprovechamiento de la capa en conjunto, y no sólo en sus sectores ricos y remuneradores. Se inicia así la extracción en subniveles por banqueo en grandes cámaras y la recuperación de los an-





Las antiguas oficinas de la mina son de una singular belleza. Foto: AZSA

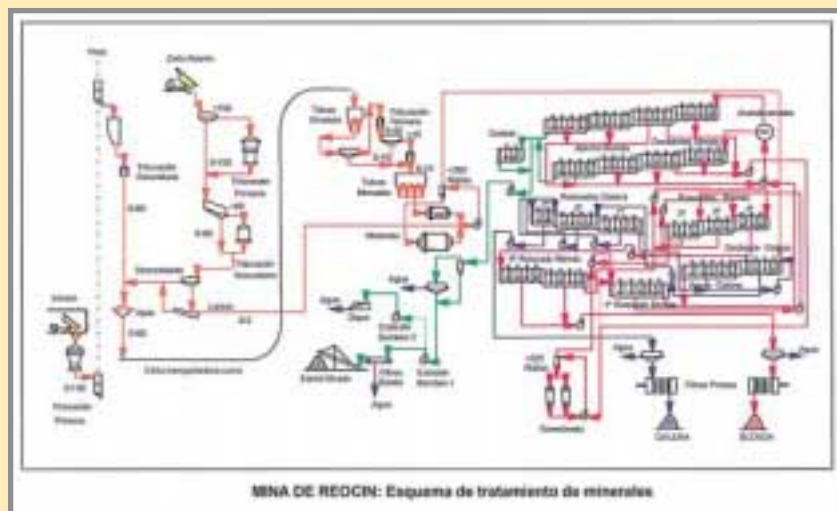


La marcasita es el mineral más emblemático de Reocín. Ejemplar de 45 mm. Nivel -230. La Visera. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.

tiguos pilares con la introducción de relleno consolidado. En realidad, la recuperación de pilares ya se inició en la década de los 50 por la anterior empresa, pero mediante relleno sin consolidar, de forma que en 1965 se produjo un importante hundimiento de un amplio sector del yacimiento. En consecuencia, la recuperación descendió al 50 % abandonando mucho mineral en pos de garantizar la estabilidad de los huecos.

## TRABAJOS EN CAPA VIRGEN

En la zona Centro o Visera, la extracción de la capa virgen (Capa Sur y Capa Norte) se realiza actualmente por corte y relleno en pasadas de 4 m de altura, entre los niveles -236 y -212 la capa Sur y entre los niveles -230 y -200 la capa Norte. Se denomina Visera porque, tras el hundimiento de 1965, la zona no hundida y que actualmente se recupera adopta forma de visera. La perforación se lleva a cabo con carros perforadores electrohidráulicos (Tamrock y Atlas Copco) de dos brazos en sección de 51 mm, cargando con goma 2 EC de 32 mm en tubos Omega. El mineral volado se retira con palas cargadoras LHD (MAN GHH-LF-12. 9,5 t) de 3,5 m<sup>3</sup> y 6 m<sup>3</sup> de capacidad, y Toro 500 (9,5 t). El relleno se proyecta con camiones lanzadera de 20 t tras su preparación en la planta de mezcla del nivel -140. Las gravas procedentes de un acopio de la antigua planta de preconcentración (<40 mm) entran desde el exterior por un sondeo revestido de basalto de 300 m de longitud y 250 mm de diámetro interior hasta un silo



subterráneo. En la planta se adiciona el agua y 125 kg de cemento por metro cúbico (50 % cemento siderúrgico + 50 % cenizas volantes), lo que da una idea del importante gasto en consolidación que requiere la labor. El cemento también entra desde la calle vía neumática, a través de un segundo sondeo.

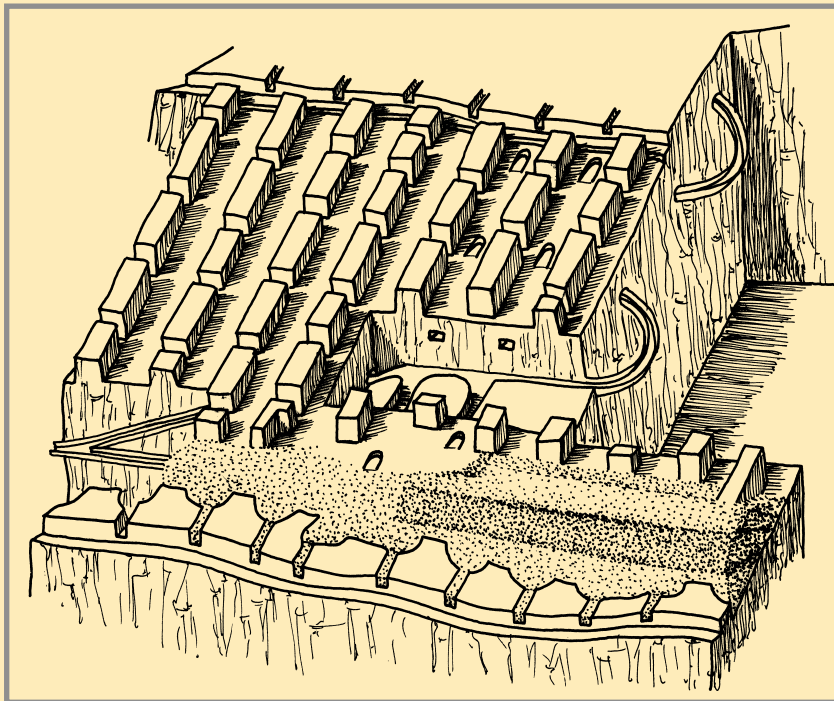
En Punta de Lanza se comenzó a trabajar en el segundo semestre de 1995, entre los niveles -260 y -245, y se mantiene en producción. Desde el nivel inferior se dieron tres accesos hasta llegar a la capa, definiendo las cámaras 1, 2 y 3. Seguidamente se cortó la capa en horizontal hasta llegar al estéril, iniciando rampas en mineral para ventila-

ción de cámara, pegadas al estéril hasta llegar al nivel -245 o techo de las cámaras. Una vez hecha esta preparación, ha sido explotada la esfalerita por tiras horizontales ascendiendo con la inclinación de la capa, observando la mínima dilu-

ción con estéril. Concretamente, la rampa de ventilación de la cámara 1 caló frente a la rampa 29 del nivel -245, ya explotada, donde a unos 20 metros de su embo-

quille se abrió una geoda de calcita, con cristales de grandes dimensiones (escalenoedros de 20 cm x 10 cm). A esta geoda se entraba de rodillas y resultaba laborioso ponerse de pie en ella. Durante tres meses fue posible extraer interesan-

**En 1965 aconteció un extraordinario hundimiento en la mina que afectó a la zona central del yacimiento.**



Esquema isométrico de la recuperación de pilares. Véase foto inferior. Fuente: AZSA.



Calle de trabajo: relleno cementado a la izquierda y sucesión de pilares a la derecha, pendientes de extracción. El hueco lleva la inclinación de la capa. Foto: AZSA.

tes ejemplares. El nombre de Punta de Lanza fue “asignado” por el hijo de uno de los presidentes de la compañía durante una visita a las dependencias del Pozo. Cuando le fue mostrado un plano de sondeos señaló que hacían forma de lanza, y así quedó.

## EXPLOTACIÓN EN LA ZONA ESTE O BARRENDERA

La gran potencia de la capa en este sector aconsejó una extracción por ban-

queo en tiros largos y en retirada, con unas cámaras de 45 m de anchura y pilares de 15 m de ancho, que iban quedando unidas en la vertical en todo lo ancho de la capa. La preparación se iniciaba con la realización de rampas de comunicación entre niveles, que se hacían con una sección de 18 m<sup>2</sup> y una pendiente del 12 %. Desde dichas rampas, el bloque de mineral se dividía en subniveles, variando su altura entre 14 m y 23 m, en función de la potencia e inclinación de la capa en ese bloque,



Voladura en El Zanjón. Foto: AZSA

procurando una mínima dilución o contaminación con estéril de los hastiales. Por operatividad, cada cámara de 45 m era dividida en tres subcámaras de 15 metros, realizando banqueos en retirada entre cada dos subniveles. La perforación era paralela a los bordes de las subcámaras contiguas y barrenos en abanico en la parte central, tanto en sentido descendente como ascendente. Se cargaba con nagolita a granel en los barrenos descendentes y encartuchada (55 mm) en los ascendentes, con goma como carga iniciadora. El mineral volado se cargaba con palas LHD de control remoto, (MAN GHH-LF-12, TORO 350 y EINCO 918) evitando por razones de seguridad la entrada de personas en la cámara. A principios de los 90, la producción de Barrendera representaba el 80 % de la producción subterránea, porcentaje que fue decreciendo hasta su abandono.

## TRABAJOS EN RECUPERACIÓN DE PILARES

En la zona Oeste se trabaja desde 1985 en la recuperación de los pilares de la Capa Sur, donde el antiguo método de cámaras inclinadas contemplaba el abandono de una parte importante de mineral como soporte del techo, a lo largo de más de 30 Ha de superficie de capa. En la actualidad la recuperación es integral, con la extracción de los pilares de mineral y su sustitución por relleno consolidado entre los niveles -245 y -80. La potencia varía entre 2 m y 6 m, con una inclinación aproximada de 23°. La zona ha sido dividida en 7 secciones, cada una de las cuales tiene 300 m de longitud y 160 m de desnivel. Cuatro de las secciones tienen acceso desde el nivel -140 y las otras tres desde el nivel -200. Inicialmente se coloca una primera capa de relleno generando un piso horizontal, y se corta una rebanada de 5 metros de la fila de pilares de la sección. Una vez cargado el mineral seccionado, se rellena el suelo y seguidamente el talud, con los ca-





Edificio de flotación de Torres, con capacidad de tratamiento de 4.000 t/día. Foto: AZSA.



Retorno de los dúmpers a la corta después de la voladura. Foto: G. García, 7/97.



El desagüe de la mina se realiza a través de dos tuberías de 1 m de diámetro, que salen al exterior por un plano inclinado de 728 metros. Foto: G. García.

miones lanzadera descritos, manteniendo una calle de unos 5 m de anchura. El corte de los pilares y las sucesivas fases de relleno progresan hacia arriba, como se indica en las figuras. Ello implica obviamente una continua adaptación de la rampa de acceso a la sección, con realces en su techo y relleno del piso, de tal forma que su pendiente es progresivamente mayor. Se trabaja con jumbos de dos brazos, volando con dinamita y cargando con palas de perfil bajo. Las características del relleno son idénticas al de los trabajos en capa virgen.

En todos los casos el estéril generado se vierte en cámaras ya explotadas, con camiones MAN GHH-MK A-30 de perfil bajo de 30 t de capacidad. El mineral se lleva al nivel -260, donde se encuentra la trituración primaria y el embarque a skips para su extracción por el pozo Santa Amelia.

La karstificación de la dolomía ap tense, unido a la profundidad y extensión de la mina, son el origen de un fuerte caudal de entrada a la mina, cifrado en 1.200 l/s, procedente en su mayor parte del nivel 21 del sector Oeste. Tras un de-

cantado de lodos en unos reposaderos subterráneos, el agua se bombea en un único escalón, desde el nivel -272 hasta la cota +60, mediante dos tuberías de un metro de diámetro y 1.042 m de longitud, hasta un lago externo de decantación (Lago de la Peña), utilizando parte del agua para consumo del lavadero y vertiendo el resto al río Besaya. La capacidad de la estación de bombeo alcanza los 2.500 l/s, con una potencia instalada de 11.260 kW repartida en dos grupos idénticos de tres bombas por grupo, uno de los cuales permanece en reserva. Es fá-





Estalerita bandeada beige con orlas de dolomita. Ejemplar de 5 cm x 3 cm. Colección: I. Orea. Foto: F. Piña.



Geoda de marcasita en un pilar de Punta de Lanza, nivel -245, cuartel 2. 6/01. Foto: J. M. Sanchis.





Grupo de marcasita sobre dolomita. Encuadre de 30 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Cuboctaedro de pirita sobre dolomita, de 8 mm de arista, procedente de Barrendera. Colección: P. Guerrero. Foto: F. Piña.

cil comprender que el capítulo de desagüe es uno de los mayor incidencia en el coste de explotación. Ante la eventualidad de un corte en el suministro eléctrico, existe una compuerta hidráulica de cierre hermético de 20 m<sup>2</sup> en el nivel -260 que mantiene la zona de cámaras de Barrendera separada del resto de infraestructura principal de la mina, lo que ofrece un margen de seguridad hasta el restablecimiento del bombeo (actualmente reducido por la inundación deliberada de Barrendera).

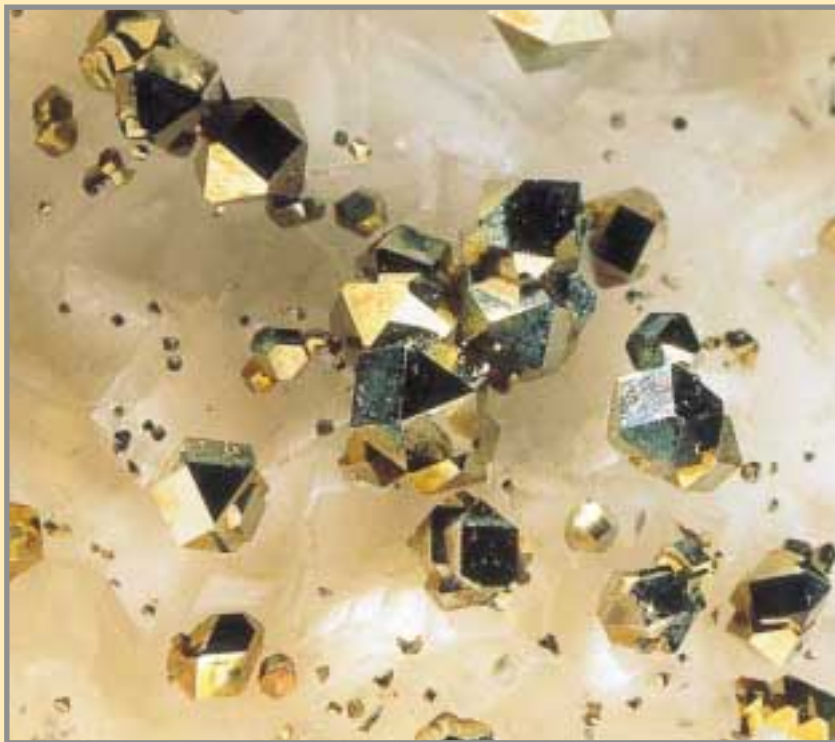
## CONCENTRACIÓN

### LÍNEAS ACTUALES DE CONCENTRACIÓN

Los minerales procedentes de El Zanjón y del Pozo Santa Amelia pasan por sendas machacadoras giratorias con salida inferior a 150 mm. En el caso del mineral subterráneo, esta trituración tiene lugar en la estación del nivel -260. Posteriormente se reducen a < 80 mm, en una segunda machacadora giratoria en el caso del mineral del cielo abierto y en un cono Symmons para el mineral de interior. Hasta 1996, el todo-uno procedente de mina y corta se preconcentraba en una planta de medios densos.

Con ferrosilicio se generaba un medio denso de 2,95 g/cm<sup>3</sup>, pasando a un doble circuito de preconcentración según la granulometría de entrada, que se clasificaba previamente en vibrotamices. El producto flotante en los tambores Wemco era parcialmente aprovechado como grava para el relleno de la mina de interior, y el resto se vertía en la escombrera. Actualmente, el apile de todo-uno se transporta hasta la planta de flotación de Torres por medio de una cinta de trazado curvo de 2 km de longitud (anteriormente se realizaba en un ferrocarril minero). A la entrada de la planta el mineral sufre un nuevo quebrado con dos conos en serie y circuito abierto para dar una salida < 15 mm, pasando a la sección de molienda, compuesta por dos molinos (bolas y barras) en paralelo en circuito abierto, cuya salida entra a un molino de bolas con la salida controlada en tamaño por una batería de ciclones que separa el inferior a 200 mallas en un 80 %, que constituye la alimentación del circuito de flotación.

Primeramente se retira la galena en un circuito de 12 celdas de desbaste y apure,



Pequeños cuboctaedros de pirita sobre dolomita. Encuadre de 25 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Crestas de marcasita de 2 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

y otras 10 para efectuar tres relavados. Este primer concentrado de galena pasa a un tanque espesador y a los filtros de vacío. Al rechazo de la línea de galena, que contiene la blenda, se le adicionan los reactivos específicos de su flotación. La pulpa pasa a la sección de desbaste (4 celdas) continuando con un apure (5 celdas). Las espumas o concentrado del

desbaste pasa a una remolienda en dos molinos de bolas en paralelo en circuito cerrado con ciclones, cuyo rebose o paso entra a 28 celdas de relavado (5 relavados), permitiendo una eficaz eliminación del estéril (< 0,35 % en MgO).

Como deshecho del lavadero se producen unas 3.500 t/día de sólidos al 14 % de humedad, y la ley de los concen-





Excepcionales crestas de marcasita con dolomita. Ejemplar de 55 mm procedente del nivel -230 de La Visera. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.

trados alcanza el 74 % Pb para la galena y el 60 % Zn para la blenda (AZSA, documento divulgativo).

## MINERALOGÍA

La mineralogía del yacimiento de Reocín es muy monótona, con pocas especies presentes. Entre ellas son importantes por su valor económico la esfalerita y la galena, particularmente la primera. Otros minerales abundantes son la marcasita, pirita, dolomita y calcita, todos ellos presentes en forma de cristales. A partir de ellas se han formado algunos minerales secundarios que, aunque en el caso de los de zinc fueron importantísimos en los orígenes del yacimiento, ahora son poco relevantes.

Prácticamente en todos los cortes de la capa aparecen geodas, lo que permite en principio la existencia de especies bien cristalizadas. Lamentablemente la mayor parte de estas geodas están tapiadas solamente por pequeños cristales de dolomita de color blanco, sin mayor interés como ejemplares de colección, aunque en un número todavía significativo aparecen también cristales de otras especies.



Cristales cuboctaédricos de pirita, de 3 mm. Nivel -236 de La Visera. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.

## SULFUROS

### Marcasita

Sin duda la marcasita es, desde el punto de vista del coleccionismo, el mineral que más caracteriza al yacimiento de Reocín. Naturalmente, este mineral no aparecía en las zonas superiores del yacimiento, formadas por minerales oxidados, y consecuentemente Calderón (1910) ni siquiera lo menciona. Sin embargo, desde hace décadas vienen recuperándose excelentes cristalizaciones de

este mineral, que se han distribuido por España y por el resto del mundo como un clásico de nuestra mineralogía. La próxima finalización de los trabajos de extracción, y la consiguiente pérdida de acceso por inundación de las labores, hará inviable, en un futuro ya muy cercano la recuperación de nuevas muestras.

La marcasita es abundante en Reocín, tanto en las labores de interior como en las realizadas a cielo abierto, presentándose en varios hábitos. Los ejemplares más característicos, y los que han hecho famoso a este yacimiento, está formados por el crecimiento subparalelo de cristales curvados, formando las agrupaciones conocidas como "crestas de gallo", distintas de la macla homónima de este mismo mineral. Los cristales que constituyen estas agrupaciones son de hábito sencillo, con el pinacoide {010} como figura dominante, acompañado del prisma {101}, que presenta las caras curvadas. Todas las caras, y especialmente las del pinacoide, presentan estrías paralelas e irregularidades escalonadas debido al recrecimiento de nuevas generaciones de cristales.

Los grupos se componen de un número variable de cristales individuales, normal-

mente entre 6 y 20, dependiendo de la longitud de arco de circunferencia que traza. A veces llegan a completar un círculo. Estas agrupaciones alcanzan tamaños de hasta 30 mm, siendo más frecuentes las que tienen entre 5 mm y 10 mm. Su color está modificado por la presencia de pántinas, que muchas veces son iridiscentes, y que cambian de un ejemplar a otro incluso dentro de una misma geoda.

Estos grupos crecen de forma aislada o como asociaciones en geodas en la dolomía tapizadas internamente por cristales de dolomita. Sobre los cristales de marcasita se encuentran con frecuencia pequeños cristales de calcita. En general, la marcasita masiva aparece en la proximidad de las zonas fracturadas (Seebold, 1992), con lo cual su distribución en el yacimiento no es uniforme. Sin embargo, aunque la fracturación más intensa es la que se da en la Zona Este o Barrendera, en esta zona la marcasita no es especialmente abundante. La mayoría de las geodas que contienen cristales de marcasita son pequeñas cavidades decimétricas, con tamaños en torno a 20 cm x 20 cm o menores. Por lo general, aparecen en los despegues entre la dolomía de muro y el mineral, o bien en las proximidades del contacto con el techo o en fracturas en el seno de la propia veta de blenda. La marcasita es muy frecuente en las labores de la Zona Oeste, que son la recuperación de pilares (Capa Sur), La Visera y Punta de Lanza.

Destaca la zona de La Visera en cuanto a riqueza en geodas con marcasita, siendo continua la aparición de cavidades con grupos de cristales durante el avance de los frentes. Ello ha hecho posible, en la medida que los trabajos mineros lo permitían, la recuperación de ejemplares con cierta continuidad. Hacia 1997, en el nivel -212 de La Visera, salieron numerosísimas geodas casi en sucesión, donde pudieron obtenerse piezas de gran tamaño, de hasta 30 cm x 30 cm.

También destaca la zona de Punta de Lanza, en torno al nivel -245, donde se encontraron geodas de marcasita con mucha frecuencia en las cámaras o cuarteles 1 y 2. Por debajo de este nivel dejan de aparecer geodas con cristales grandes de marcasita, y en particular entre los niveles -260 y -290 no se ha observado prácticamente nada. Como caso excepcional, en el cuartel 1 del nivel -260, al inicio del mineral, se caló una geoda en la que era posible entrar de pie. Se encontraba llena de barro, pero la marcasita estaba presente, tanto adherida a las paredes como flotante en la masa arcí-



**Cristal de cerusita de 5 mm sobre blenda y dolomita. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.**



**Cristales de hemimorfita de 7 mm sobre dolomita. Colección: G. García. Foto: F. Piña.**

llosa. Muchos de los ejemplares se encontraban obviamente oxidados.

También se han encontrado en Reocín cristales individuales y maclas propiamente dichas de cristales de marcasita, generalmente de unos pocos milímetros. En la zona de Punta de Lanza, asociadas a cristales alargados de pirita, aparecen las maclas características de dos individuos según {101}, tabulares, fuertemente estriadas y de algunos

milímetros como máximo. En la zona de Barrendera se han encontrado marcasita en forma de maclas cíclicas, también según {101} dispuestas aisladamente sobre dolomita, asimismo con los cristales fuertemente estriados, y generalmente con vivas irisaciones.

Una forma especialmente interesante de presentarse la marcasita de Reocín son los crecimientos epitaxiales de marcasita sobre pirita. Aparecen cristales indivi-





Octaedros de galena con pirita. Cristales de 10 mm. Cámara 1 del nivel -260 de Punta de Lanza. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.



Escalenoedros de calcita sobre dolomita. Cuartel 4 del nivel -260. Ejemplar de 8 cm. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.

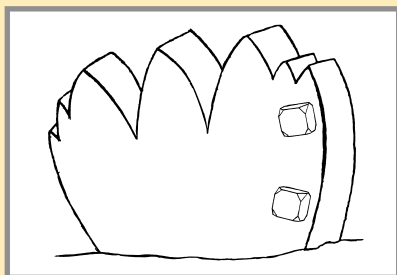
duales de tamaño generalmente inferior al milímetro o agrupamientos de cristales de marcasita, que solamente en raras ocasiones llegan a cubrir completamente los cristales de pirita. Las caras de  $\{101\}$  de la marcasita quedan paralelas a la cara del cubo de pirita sobre el que crece. Cuando los cristales de marcasita crecen sobre caras contiguas de cristales cúbicos, forman consecuentemente entre ellos ángulos de  $90^\circ$ . En el caso de que este crecimiento se produzca sobre cristales alargados de pirita, en los que el cubo está muy deformado quedando con forma de un prisma muy alargado, el crecimiento epitaxial produce ejemplares con aspecto de “sierra” muy característicos, aunque desgraciadamente muy poco frecuentes. Se han encontrado en La Visera, en la zona de la rampa de ventilación. Dada la complejidad de estos cristales alargados, formados al menos en algunos casos en parte por marcasita, sería interesante realizar un estudio más detallado de estos crecimientos ordenados.

Mientras que la aparición de cristales de pirita crecidos epitaxialmente sobre cristales de marcasita es relativamente frecuente, el caso inverso, el crecimiento de marcasita epitaxial sobre pirita, es raro. A nivel mundial, solamente se conocen, además de Reocín, donde se describen ahora por primera vez, otras dos localidades en Estados Unidos con ejemplares de este tipo, más otras dos en las que aparece el mismo tipo de epitaxia en ejemplares transformados en goethita (Rakovan et al., 1995). Las condiciones y el mecanismo por el que se produce este efecto, crecimiento de una fase metaestable sobre otra estable del mismo mineral, de forma dirigida, todavía se desconocen.

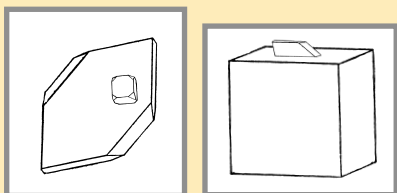
### Pirita

La pirita es un mineral ampliamente diseminado por la capa. Es frecuente la presencia de pirita nodular en el despeque o contacto con el hastial de muro, envuelta en pirita de grano fino, aunque la pirita cristalizada es más frecuente en la dolomía de techo o en algunas bolsadas de dolomita en el seno de la capa. La pirita ha sido especialmente abundante, junto a la calcita, en Barrendera (al Este del yacimiento), zona hoy inundada. Sin embargo, su dispersión por el yacimiento es muy amplia, apareciendo cristales con una gran variedad de tamaños y morfologías.

Probablemente la forma más extendida de la pirita en Reocín es la combinación de cubo y octaedro. También es



**Modelo de la epitaxia de pirita sobre marcasita de Reocín. Dibujos: M. Calvo.**



**Idealizaciones de las epitaxias de pirita sobre marcasita (izquierda) y de marcasita sobre pirita (derecha).**

frecuente la presencia del dodecaedro, menos desarrollado, y posiblemente otras formas difíciles de determinar dada la irregularidad de los cristales en los que aparecen. Probablemente los ejemplares más vistosos proceden de la zona de Barrendera, donde en las interminables y grandes geodas de calcita aparecieron cristalizaciones cuboctáedricas, casi siempre inferiores al centímetro, muy brillantes y perfectas.

Entre los distintos hábitos, algunos de ellos característicos de este yacimiento, merecen destacarse los cristales cuboctáedricos con crecimientos paralelos en todas las caras, que hace que tengan superficies con aspecto escamoso, que aparecieron en Punta de Lanza, nivel -290, cámara 1. Estos cristales, que miden entre 0,5 cm y 1 cm de arista aparecen generalmente en forma individual sobre calcita. También son notables los cristales cúbicos alargados, con aspecto de prisma aplanado, creciendo de forma paralela (podría decirse más bien “perpendicular”) formando una reticulación ortogonal en dos o tres dimensiones. Estos cristales tienen longitudes de hasta 2 cm, y son generalmente poco brillantes, aunque recientemente se han encontrado grupos de cristales con brillo en el nivel -290 de Punta de Lanza. En algún caso, estos cristales están formados por pirita y marcasita, bien por crecimiento ordenado de una sobre otra o bien por pseudomorfosis parcial.

Se han observado también ejemplares con crecimiento aún más irregular, gruesamente aciculares, a modo de barras de sección cuadrada de gran longitud (cen-



**Pirita epitáctica sobre marcasita. Grupo de 25 mm. Cuartel 2, nivel -260 Punta de Lanza. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.**



**Los cuboctaedros de pirita pueden llegar a ocultar por completo la marcasita sobre la que crecen orientados. Grupo de 18 mm. C-2, nivel -260 Punta de Lanza. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.**

timétrica) en comparación a su ancho, del orden de 1 mm o menos. En algún caso, como los encontrados ocasionalmente en la zona de La Visera, la combinación de estos cubos alargados con el octaedro da lugar a cristales cuya apariencia es la de un prisma terminado por una pirámide.

En las zonas de Barrendera y La Visera aparecieron ocasionalmente agrupaciones de estalactitas tubulares de pirita, muy estrechas pero de hasta 15 cm

de longitud. Los tubos, con la parte central hueca, están formados en su zona más exterior por el crecimiento paralelo de cristales cúbicos. También han podido obtenerse grupos arborescentes, centimétricos, compuestos por una caprichosa disposición de ramas curvadas con su interior hueco. Estas ramas están formadas por diminutos cristales octaédricos con ligeras modificaciones de caras de cubo, agrupados de forma subparalela

Son relativamente frecuentes los cre-





Geoda de calcita seccionada por un banco de la corta. Julio de 1998. Foto: G. García.



Recogida de minerales autorizada por la empresa, en el Zanjón. Campamento del GMM. Julio 98. Foto: G. García.



Macra de cerusita a 120° sobre esfalerita brillante. El Zanjón. Cristales de 4 mm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.

cimientos epitaxiales de cristales cúbicos o cuboctaédricos de pirita sobre los cristales de marcasita que forman las asociaciones en crestas de gallo. La caras del cubo son paralelas tanto a las caras del pinacoide  $\{010\}$  de la marcasita, sobre las que crecen preferentemente, como a las caras  $\{101\}$ . Como estas últimas están curvadas, cuando existen varios cristales de pirita éstos se encadenan entre sí siguiendo la curvatura. Aparecen ejemplares en los que la marcasita puede tener únicamente algunos cristales diminutos, otros con recubrimientos espaciados o incluso recubrimientos compactos de cristales relativamente grandes que ocultan por completo a la marcasita. Fueron relativamente frecuentes en el nivel -212 de Visera, en la misma zona en la que aparecieron buenas agrupaciones de cristales de marcasita hacia 1997. En algún caso, sobre estos cristales de pirita aparecen diminutos cristales de una nueva generación de marcasita, también en crecimiento epitaxial.

La marcasita es un mineral intrínsecamente inestable, que se puede transformar en pirita u oxidarse. No se ha confirmado la presencia de pirita pseudomórfica de marcasita en ejemplares bien cristalizados, aunque es posible que esto ocurra, especialmente en el caso de los ejemplares de marcasita sobre los que se ha producido un crecimiento epitaxial de pirita que los engloba por completo. Este hecho se ha indicado en los ejemplares de la mina de Nanisivik (Gait et al., 1990), cuyos ejemplares guardan ciertas semejanzas con los de Reocín.

En El Zanjón aparecen a menudo grupos nodulares compuestos por diminutos cristales cúbicos, muy característicos de las zonas de oxidación, donde actúan como matriz de especies como cerusita y hemimorfita. También son fre-



**Romboedros de caras curvas de dolomita zonada, de 3 mm. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.**



**Cristal de esfalerita de 3 mm, transparente y hábito tetraédrico: generaciones tardías de mineral en fisuras y cavidades. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.**

cuentas entre los minerales de la corta los prismas muy alargados, formando a veces abanicos por crecimiento subparalelo, o incluso pequeños cristales francamente aciculares.

## Melnikovita

La “melnikovita” no es propiamente una especie mineral, sino una mezcla de marcasita, y pirita criptocristalinas y un gel de sulfuro de hierro. Es bastante abundante, formando estructuras bandeadas con la marcasita, formando la parte interna de los nódulos que están atrapados en la ganga de dolomita. A veces aparece como formaciones botroidales al romper estas estructuras bandeadas.

La “melnikovita” es muy inestable, y se altera rápidamente en condiciones de humedad elevada, con una velocidad variable que depende probablemente de las proporciones de sulfuro de hierro coloidal existente. Incluso con baja humedad también llega a alterarse, aunque a veces permanece aparentemente estable durante un cierto tiempo, destruyéndose luego con rapidez. Su presencia representa un problema serio en la conservación de muchos ejemplares de Reocín, ya que al alterarse induce la alteración de otros sulfuros y el ácido que se forma



**Grupo de marcasita sobre esfalerita nodular, con coronas de dolomita. Colección: Museo de Ciencias de Álava. Foto: J. M. Sanchis.**



**Galena octaédrica con pequeños romboedros de dolomita. Ejemplar de 60 mm. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.**

puede deteriorar minerales próximos o los muebles en los que esté guardada. No existe una forma eficaz de prevenir este problema.

En la mina, cuando un tajo tiene mucho sulfuro de hierro (marcasita, pirita y “melnikovita”), localmente se dice que “se prende”, en un proceso de oxidación rápida muy exotérmica acompañado de emisión de gas sulfuroso. Cuando eso sucede, se aceleran las labores de arranque, para evitar los intensos humos que produce el sulfuro de hierro en combustión en presencia de agua. En 1965 se produjo un hundimiento en la mina subterránea, que afectó desde el nivel -140 (nivel 17)

hasta el antiguo pueblo de Reocín. En la zona afectada, la fracturación producida y la presencia de melnikovita en gran cantidad favoreció una oxidación del mineral que actualmente se mantiene, generando una corriente de aire caliente desde la zona, en la que aparecen sulfatos de neoformación alrededor de los antiguos pilares.

## Esfalerita

Aunque es el principal mineral económico de la mena, no por ello destaca en un sentido mineralógico. El grueso de la esfalerita de Reocín es un mineral co-





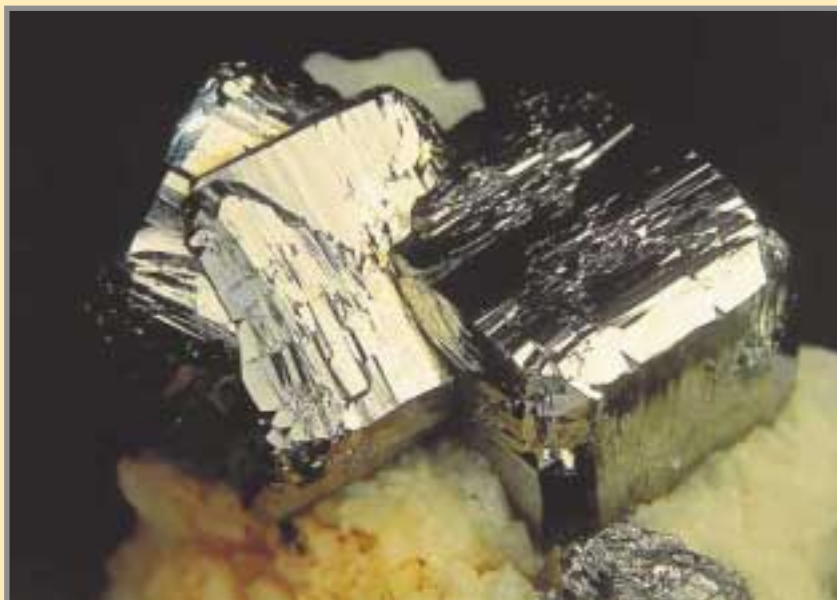
El aragonito es una rareza en Reocín. Este ejemplar (25 mm) procede de la cuartel 9 del nivel -140. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.



Escambros sulfatados en la zona hundida de la mina, donde se desarrolla una paragénesis de sulfatos con melanterita, epsomita y romerita como minerales principales. Nivel -140, cuartel 8. 6/01. Foto: J. M. Sanchis.

loforme, bandeado (schalenblende), característico de los procesos mineralizados de sustitución como los ocurridos en este yacimiento. Dentro de la explotación, resultan impresionantes algunos pilares, formados por esfalerita maciza, o las grandes masas prácticamente monominerálicas de decenas de metros cúbicos presentes en algunos puntos. Con ella pueden obtenerse las típicas láminas pulidas tan populares entre los coleccionistas, con la blenda formando franjas de diversas coloraciones y galena intersticial. Son destacables las muestras de mineral en las que se conserva una estructura nodular concéntrica, configurando geometrías de aspecto coraloide sobre las que los carbonatos se desarrollan selectivamente. El tamaño de grano de la esfalerita suele estar entre 0,1 y 0,3 mm (Seebold et al, 1992). La diferencia de tonos entre las bandas se debe a diferencias en el contenido de hierro y muy especialmente a la forma de cristalización. Las bandas más oscuras están formadas por agregados cristalinos desordenados de grano grueso, mientras que las más claras están formadas por cristales fibrosos orientados transversalmente a las bandas. Generalmente los huecos entre las formaciones colomorfadas de esfalerita están rellenos de dolomita. Cuando se encuentran geodas sin relleno, la esfalerita aparece en la superficie como estructuras botroidales recubiertas de microcristales marrones o verdosos, generalmente muy deformados.

Existe no obstante una fase poco significativa de mineral removilizado a fracturas y huecos donde, siempre con la ayuda de una lupa binocular, pueden identificarse perfectas cristalizaciones



Conjunto de pirita cúbica con biseles del dodecaedro (110). Arista de 6 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

de blenda traslúcida a transparente, de aspecto tetraédrico, muy brillantes. El color es variable, de grisáceo a melado, apareciendo también cristales amarillos hialinos de gran pureza y belleza. Excepcionalmente se han observado algunos cristales de 2 mm o 3 mm de esta esfalerita, aislados y relativamente aéreos sobre la matriz. En las zonas de oxidación la esfalerita forma tapizados casi continuos de pequeños cristales sobre los que crecen otras especies, habitualmente carbonatos, pero lo normal es que no tenga brillo y los cristales hayan iniciado ya su alteración.

En algunas ocasiones, el hecho de que la empresa AZSA haya sido propietaria de la mina de Áliva (Picos de

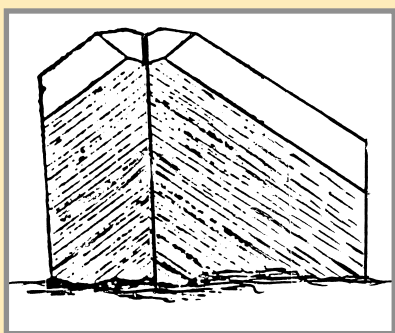
Europa) hasta 1985, ha creado cierta confusión en relación a la presencia de blenda acaramelada en Reocín. Naturalmente, en Reocín nunca se han hallado las famosas blendas acarameladas de los Picos de Europa.

## Galena

La galena de Reocín aparece extensamente diseminada por la capa, acompañando a la esfalerita como un componente minoritario que, sin embargo, ha sido objeto de aprovechamiento industrial. Por lo general se halla intercrecida con las bandas de blenda en forma de cristales dispuestos erráticamente cortando las texturas bandeadas esfalerita, lo



**Cristal de calcita de 7 cm. Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.**



**Macra de marcasita. Dibujo: M. Calvo.**

que demuestra su carácter de mineral posterior (Bustillo, 1985). En el mineral masivo se aprecian frecuentemente secciones de exfoliación de varios milímetros.

En Reocín, la galena aparece con cierta frecuencia en forma de cristales, acompañando a la esfalerita, y con la omnipresente dolomita asociada. Los cristales de galena están formados por la combinación del cubo y el octaedro, dominando uno u otro, y ocasionalmente con sólo uno de ellos presente. El tamaño de los cristales es muy variable, desde submilimétrico hasta un máximo de 3 cm, siendo lo más común los cristales con predominio acusado del octaedro y con aristas en torno a los 5 mm. Se encuentran con frecuencia cristales octaédricos, con pequeñas modificaciones de caras de cubo, muy perfectos, con las caras lisas, pero sin brillo. En particular, entre los niveles -140 al -200 de la zona de recuperación de pilares (Cuartel 5, Zona Oeste), aparecen geodas de tamaño mediano con excelentes ejemplares de galena. Está acompañada de pirita, esfale-



**Cruz de crestas de marcasita, de 2 cm con dolomita. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.**

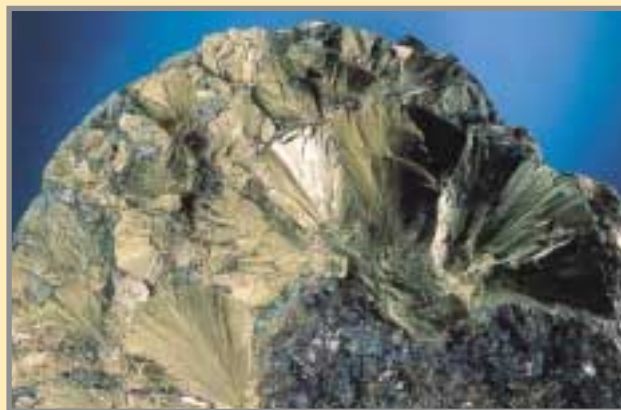


**Marcasita. Este ejemplar (5 mm) sí es una verdadera macra del mineral. Procede de la zona de Barrendera y fue obtenida en 1992. Colección: P. Guerrero. Foto: F. Piña.**

rita y dolomita y en algunos casos los cristales presentan huecos e imperfecciones generadas durante su crecimiento. Estas geodas son diferentes de una cavidad convencional, ya que en realidad parecen un entramado de lajas.

Aparte de las galenas octaédricas, también con pequeñas caras de cubo, de la Cuartel 5 proceden unos curiosos cristales de aspecto cuboctaédrico con las caras de cubo lisas y brillantes, mientras que las de octaedro aparecen microes-





**Sulfuros de aspecto nodular. Ambos aparecen acompañados por arcillas con materia orgánica. Las muestras, sin valor estético, fueron caracterizadas por difracción de rayos X. Tamaño: 5 cm. Izquierda: marcasita ; derecha: pirita. Foto: F. Piña.**



**Marcasita sobre dolomita, salpicada por microcristales de calcita. Grupo de 20 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.**

calonadas por una infinidad de pequeños cubitos cuya suma genera el triángulo (111). En general, los cristales brillantes suelen tener el cubo como figura dominante, y muchas veces son, más que cristales individuales, el resultado del crecimiento paralelo de cristales de tamaño muy pequeño.

También en Punta de Lanza (Zona Oeste), en los cuarteles 1 y 2 del nivel -260, se han encontrado galenas cúbicas con pequeñas truncaduras de octaedro y un llamativo brillo metálico, con las caras de cubo escalonadas, en tamaños en torno a 6 mm - 7 mm.

## Calcopirita

Mazarrasa (1930) cita la presencia de este mineral en Reocín, aunque en los estudios más modernos (Monseur, 1962) no se le menciona, ni siquiera a nivel microscópico. Nosotros tampoco lo hemos encontrado.



## Dolomita

Habida cuenta de que la dolomitización es el proceso que ha permitido la reactividad de la capa para ser mineralizada, es de esperar que la dolomía sea un componente masivo en el yacimiento, como lo es en efecto. Centrándonos únicamente en la fracción de mineral cristalizado en forma de dolomita, su práctica ubicuidad se desprende de la observación de cualquier muestra que proceda de esta mina, donde rara vez no se halla presente, recubriendo intensivamente todas las fisuras y cavidades del yacimiento. Por sí misma, carece de interés como mineral de colección, pero sirve de matriz o recubre la matriz de la mayor parte de especímenes cristalizados de las geodas. Se encuentra como romboedros incoloros, blanquecinos, y generalmente opacos y con las caras curvadas, más o menos destacados sobre la matriz, pero casi siempre formando un recubrimiento continuo. Curiosamente no abundan las maclas en silla de montar, tan propias de este mineral. Lo que sí son normales son las inclusiones y los zonados en los romboedros, con un núcleo blanquecino recubierto por dolomita incolora y brillante. En las zonas oxidadas de la corta la dolomita forma cristales romboédricos individuales sobre matriz de sulfuros en oxidación.

En algún caso aparecen sobre ejemplares de esfalerita o marcasita coronas bastante esbeltas de cristales de dolomita, que encierran huecos que pudieran corresponder a algún mineral desaparecido. Dado que estas formaciones son generalmente circulares y poco definidas, esto es solamente una hipótesis.

## Calcita

La calcita es un mineral muy abundante en el yacimiento de Reocín. Es más frecuente cristalizada que masiva, y se trata de un mineral tardío, apareciendo generalmente sobre todos los demás, especialmente sobre la dolomita que recubre las geodas, y sobre la marcasita. Solamente en algunas ocasiones los cristales de calcita aparecen directamente sobre la esfalerita. Aunque llega a formar cristales de dimensiones apreciables, los ejemplares pequeños son, como es habitual, los de mayor transparencia y brillo, y, con diferencia, los de morfología más compleja. En Reocín, la calcita aparece con una gran variedad de hábitos.

En los mayores cristales las caras dominantes son las del escalenoedro, apa-



Marcasita con pirita epitáctica irisada. Grupo de 3 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



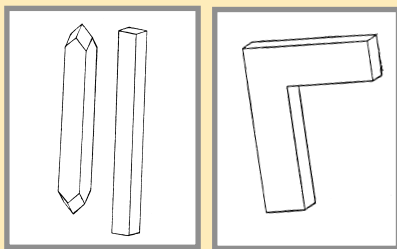
Cristales de yeso recubriendo una matriz dolomítica. Ejemplar de 6,5 cm. La Visera, nivel -230. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.



Cristal escalonado de galena con intenso brillo metálico (8 mm). Nivel -140. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.

rentemente el  $\{21\bar{3}1\}$ , generalmente modificados por caras menores de romboedro en los vértices agudos y con menos frecuencia pequeñas caras de prisma. Son muy frecuentes las maclas de dos cristales de este tipo, según  $\{0001\}$ , probablemente más incluso que los cristales individuales, y muy raras las maclas según  $\{10\bar{1}1\}$ . El cristal más grande de los conocidos tiene una longitud de unos 20 cm, y procede del cuartel 1 del nivel -245. Habitualmente son de color blanco, alguna vez con tonos grisáceos, debido a inclusiones de sulfuro de hierro microcristalino o coloidal. En algunos cristales aparecen zonados internos de color grisáceo, siguiendo la morfolo-





Cristales de pirita de Reocín. Dibujo: M. Calvo.

gía cristalina, debido a la presencia de una capa de inclusiones de este material. Con frecuencia los cristales aparecen deformados, por el crecimiento desigual de las caras, y redondeados, de modo que éstas se hacen inidentificables.

Con cierta frecuencia aparecen también cristales amarillentos o de color incluso francamente amarillo anaranjado. En este caso, el color es debido probablemente a la presencia de materia orgánica. Hacia 1980 se encontraron unos cristales de color marrón anaranjado, de unos 5 cm, con forma de escalenoedro con las caras curvadas, hábito que recibió el nombre de “pata de cabra” por parte de los mineros. Estos cristales presentan una fluorescencia anaranjada bastante acusada ante la luz UV de onda larga, con zonas sin fluorescencia correspondientes a “fantasmas” incolores que siguen la morfología del cristal.

Son muy abundantes en diversas zonas los cristales entre 1 cm y 3 cm, con la combinación de escalenoedro como figura dominante, modificado por uno o dos romboedros y un prisma, además de probablemente otras figuras, con todas las caras curvadas, formando cristales redondeados semejantes al hábito conocido como “grano de arroz”, pero en un tamaño mayor. En algunos de estos cristales, todas las caras están redondeadas excepto las correspondientes al romboedro, que presenta las caras lisas. Estos cristales son de color blanco o amarillento, dependiendo de las zonas, y aparecen individualmente o formando grandes grupos, de hasta 15 cm, de cristales asociados de manera irregular.

En tamaños del orden de 2 cm o 3 cm aparecían cristales complejos con la forma dominante del romboedro en la zona de Barrendera, aislados sobre la dolomita que recubre blanda colofome. Este tipo de cristales resultan

**“Las crestas de gallo de Reocín no son, en realidad, maclas de marcasita. Las maclas de este mineral son más escasas y raras en el yacimiento.”**

parecidos a los típicos procedentes de la mina “Moscona” (Solís, Asturias), con caras de prisma hexagonal que modifi-



Lingotes de producto terminado de zinc, en la planta de San Juan de Nieva. Foto: AZSA.



Grupo de hemimorfita, de 5 mm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.

can el romboedro. Acompañando a estos cristales también se encuentran los de facies escalenoédrica y caras curvadas mencionados anteriormente. Aunque son transparentes, la zona central del cristal suele ser turbia o lechosa, como si en su momento un cristal anterior de calcita hubiera sufrido una corrosión incompleta, reanudando luego el desarrollo escalenoédrico incoloro y brillante. Otros cristales de calcita corroída se han localizado en el nivel -230 de La Visera, en forma de curiosas “cabezas de



Cristales complejos de pirita. Encuadre de 10 mm. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.

clavo” biterminadas (entre 2 cm y 3 cm) con pequeñas caras de prisma, sin brillo y, lo más notable, huecas. Los pequeños fragmentos que quedan atrapados en su interior convierten al cristal en un original sonajero. No es raro en los cristales grandes la presencia de huecos relativamente grandes, de varios milímetros, que solamente se ven en ejemplares rotos y que están recubiertos de caras de cristales.

En el nivel -230, cámara 4 de La Visera aparecen también cristales que recuerdan el aspecto de los de “cabeza de clavo”, pero realmente muy distintos, formados por la combinación de los romboedros {3142} y {3145}, con estrías características y deformados, reconocibles

fácilmente en cristales rotos por la comparación de la dirección de su estriado con la de las aristas del romboedro de exfoliación.

Acompañando a la marcasita y pirita, a veces como recubrimiento, aparecen abundantes cristales de calcita incolora, totalmente transparentes con una gran complejidad cristalográfica. Estos mismos cristales forman delicados entramados columnares y barras íntegramente constituidas por calcita, con algunos cristales de mayor tamaño que destacan sobre el conjunto.

En ciertos ejemplares, los agregados están formados en cambio por cristales sencillos, con el romboedro {4041} con las caras curvadas, como figura dominante, y prácticamente única en los cristales más grandes. Estos agregados indican claramente la existencia previa de otro mineral sobre el que crecieron, del que conservan superficies planas. En algún caso, estos crecimientos de calcita rodearon totalmente los cristales antes de que desaparecieran, de tal forma que el hueco, de sección rectangular, se mantiene perfectamente. En los ejemplares procedentes del nivel -290, cámara 2 de Punta de Lanza, la forma de los huecos permite afirmar casi con seguridad que el mineral desaparecido era efectivamente anhidrita.

En El Zanjón son muy abundantes las geodas de calcita en la dolomía del techo, y en la propia capa. En este caso los cristales son básicamente romboedros muy obtusos, brillantes, con frecuentes gérmenes lechosos. Estas calcitas aparecen junto con cristales de dolomita muy similares, pero con las caras más curvadas.

En Reocín la calcita aparece también como recubrimientos continuos botroidales masivos, de color blanco o marrón claro, de espesor centimétrico y estructura interna fibrosa, con zonaciones con la superficie exterior con brillo sedoso. Aunque a primera vista puede confundirse con aragonito, los análisis han demostrado que se trata realmente de calcita.

## Aragonito

El aragonito es muy raro en Reocín. Ocasionalmente se han encontrado grupos de cristales de alrededor de 1 cm de longitud, con la característica forma de cincel muy apuntado en la cámara 9 del nivel -140, en recuperación de pilares. Se trata de cristales brillantes, con la parte superior incolora y la base de color anaranjado por la presencia de inclusiones de óxido férrico.



Agregado ramiforme de pirita, con dolomita. Encuadre de 18 mm. Nivel -305 de Barrendera. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.



Cristal de calcita de 58 mm, procedente de la rampa 29 del nivel -245 Oeste. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.



Cristales de calcita con estrías en la superficie, sobre marcasita. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.





Cristal cuboctaédrico de galena sobre dolomita, de 6 mm de arista. Cuartel 2 del Nivel -260 de Punta de Lanza. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.



No son frecuentes las asociaciones de marcasita sobre blenda, como este ejemplar de 5 cm recogido en el nivel -234 de La Visera. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.





Supuesta epimorfosis de calcita sobre anhidrita. Cuartel 2 del nivel -290 de Punta de Lanza. Ejemplar de 3 cm. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.



Pirita cubo-octaédrica de caras escalonadas. Cristal de 22 mm sobre calcita corroída. Colección: G. García. Foto: F. Piña.





**Pirita. Cristal de 4 mm. Visera, nivel -230, cuartel 4. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.**



**Cristales prismáticos de pirita sobre pirita nodular y dolomita. Encuadre de 18 mm. Nivel -305 de Barrendera. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.**

## Cuarzo

El cuarzo en forma de cristales visibles es también muy raro en Reocín. Solo se conocen algunos ejemplares obtenidos en la dolomía de muro de la mineralización durante la construcción de la rampa. Los cristales tienen alrededor de 1 cm, y están asociados a pequeños cristales de dolomita.

## MINERALES DE ALTERACIÓN SUPERGENICA

Estos minerales fueron mucho más importantes en las primeras etapas de la explotación del yacimiento, especialmente la smithsonita y la hidrocincita. Actualmente, aparecen de forma ocasional en las zonas oxidadas descubiertas en la explotación a cielo abierto o, en el caso de los sulfatos de hierro, como producto de alteración actual de los sulfuros de hierro.

## Smithsonita

La smithsonita era el principal constituyente de las “calaminas” que se explotaron en la primera época de actividad del yacimiento, en el siglo XIX y en los primeros años del XX. Según Sullivan y O'Reilly (1863), se encontraban tres tipos de smithsonita. La más frecuente era la que, teñida de tonos rojizos por los óxidos de hierro, aparecía inicialmente como una serie de capas masivas, entre arcillas muy ferruginosas, capas que se encontraban fragmentadas. Su extracción y recuperación, por simple lavado, era fácil. También aparecían pequeños nódulos individuales de smithsonita mezclados con estas arcillas. El tercer tipo era la smithsonita de color blanco, que aparecía dentro de las calizas pero en las zo-



**Cuboctaedro de pirita compuesto por múltiples individuos. Cristal de 2 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.**

nas en contacto directo con las dolomías. Actualmente, dado que se explotan las zonas más profundas del yacimiento, no se encuentra este mineral.

## Hidrocincita

La hidrocincita formaba parte de las “calaminas” explotadas en una primera etapa del yacimiento, en una proporción que no conocemos. Calderón (1910) la cita en forma masiva, acompañada de smithsonita y producida probablemente por su alteración.

También ha aparecido ocasionalmente en la corta, producida por alteración directa de la esfalerita, como pseudomor-

fosis con estructura fibrosorradiada que conservan el aspecto botroidal y la estructura interna radiada. En estos ejemplares la alteración suele ser parcial, conservándose esfalerita mezclada con la hidrocincita.

## Goethita

Este mineral es el componente fundamental de la “limonita”, producida por alteración supergénica de los sulfuros de hierro. En las primeras etapas de la explotación del yacimiento, en su montera, eran frecuentes las pseudomorfosis de marcasita, que son ya citadas por Calderón (1910). Parece incluso que los nó-



Compuerta estanca de protección de la cámara de bombas. Detrás, un jumbo de dos brazos. Foto: AZSA

dulos de óxido de hierro se llegaron a recuperar durante las primeras etapas de la explotación.

### Hemimorfita

La hemimorfita formaba parte de las calaminas explotadas en la zona de alteración del yacimiento, y actualmente es bastante escasa. Ha aparecido en El Zanjón, en zonas donde la oxidación no era muy acusada, formando costras o agrupaciones de cristales implantados en grietas y geodas, tanto sobre sulfuros como sobre dolomía (García Iglesias, 1979). Los cristales son incoloros o de colores verdosos, en este segundo caso por la presencia de inclusiones de esferulita. Los cristales incoloros se encuentran asociados a dolomita, smithsonita o hidrocincita, mientras que los verdosos se encuentran asociados a sulfuros en proceso de alteración (García Iglesias, 1979). Los cristales tienen hábito tabular o prismático, con el pinacoide basal  $\{001\}$  y los prismas de primer y segundo orden  $\{012\}$   $\{101\}$  como formas principales, modificados por otras caras menores (García Iglesias, 1979). Frecuentemente aparecen asociados en formaciones radiadas, con forma de gavilla o libro, y posiblemente



Romboedros de calcita de 5 mm. El Zanjón. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

como maclas definidas según la cara de pinacoide o el prisma de primer orden (García Iglesias, 1979).

### Cerusita

La cerusita es un mineral relativamente común en las zonas de alteración de la galena, y los cristales generalmente

pequeños pero bien formados se conocen desde antiguo (Salazar, 1909). Recientemente ha sido observada en el sector Este de la explotación a cielo abierto, formando cristales de hasta 4 milímetros de longitud, de hábitos prismáticos o tabulares y muy perfectos y brillantes, implantados sobre la matriz de sulfuros en oxidación. Normalmente se trata de las





**Muestra masiva de anhidrita azulada, procedente del nivel -305 de Barrendera. Colección y foto: G. García.**



**Epsomita capilar in situ. Cuartel 8, nivel -140. Zona hundida de la mina. Foto: J. M. Sanchis, 6/01.**

clásicas maclas de varios individuos, aunque a veces el desarrollo de uno de ellos es tan amplio que a primera vista se pierde la impresión de macla. Las caras son lisas y brillantes, aunque algunas pueden aparecer estriadas como es característico en este mineral. El color es variable, de incoloro a a un intenso color ámbar, transparentes o turbios. Las aristas son muy definidas y rectas, pero en algunos ejemplares ambarinos pueden ser rugosas.

## Anglesita

La presencia de anglesita como producto de alteración de la galena fue citada por Salazar (1909), y parece que ocasionalmente han aparecido algunos cristales milimétricos en la explotación a cielo abierto. Es muchísimo más rara que la cerusita.

## Greenockita

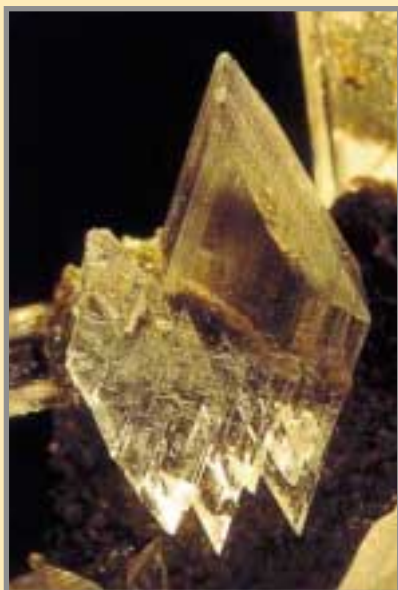
La esfalerita de Reocín tiene un contenido elevado en cadmio, por lo que son relativamente frecuentes las pátinas pulverulentas de color amarillo intenso de greenockita en fisuras de la esfalerita.

## Melanterita

La alteración de la pirita en la mina de interior produce estalactitas decimétricas y estalagmitas de melanterita en algunas zonas concretas de la explotación. Extraídas fuera de estos entornos se deshidrata, por lo que sólo es posible su observación in situ. También aparecen masas sacaroideas igualmente inestables.



**Cristal prismático de yeso, de 5 mm. Colección y foto: F. Piña.**



**Yeso sobre sulfuros oxidados. Cristal de 6 mm. Colección: E. Cuesta. Foto: F. Piña.**

## Epsomita

La epsomita se ha localizado en forma capilar, también de eflorescencias y ocasionalmente en forma de gruesas estalactitas cristalinas, traslúcidas y muy inestables cuando se sacan al exterior de la mina.

## Roemerita

La roemerita apareció, asociada a la copiapita, en la proximidad de las zonas hundidas del área de recuperación de pilares, nivel -140. Se encuentra como cristales bastante toscos, de un tamaño de varios milímetros, de color marrón característico. Su identidad ha sido confirmada para la realización de este trabajo por difracción de rayos X.

## Copiapita

La copiapita aparece asociada a la roemerita como masas sacaroideas de color amarillo vivo, muy deleznales, formadas por diminutos cristales. Su identidad ha sido confirmada por difracción de rayos X.

## Yeso

En la mina de Reocín aparece el yeso en distintas situaciones. Es relativamente frecuente encontrar, en las zonas con sulfuros ligeramente alterados, ejemplares en los que aparecen cristales prismáticos finos, casi aciculares, que crecen sobre grupos de cristales de pirita. Otros cristales más equidimensionales de va-



**Los autores frente al emboquillo de la rampa, en una visita de trabajo para la preparación de este artículo. De izquierda a derecha: Antonio Arribas, Ángel Castro, Gonzalo García, Antonio Alonso y Miguel Calvo. Foto: J. M. Sanchis. 6/01.**



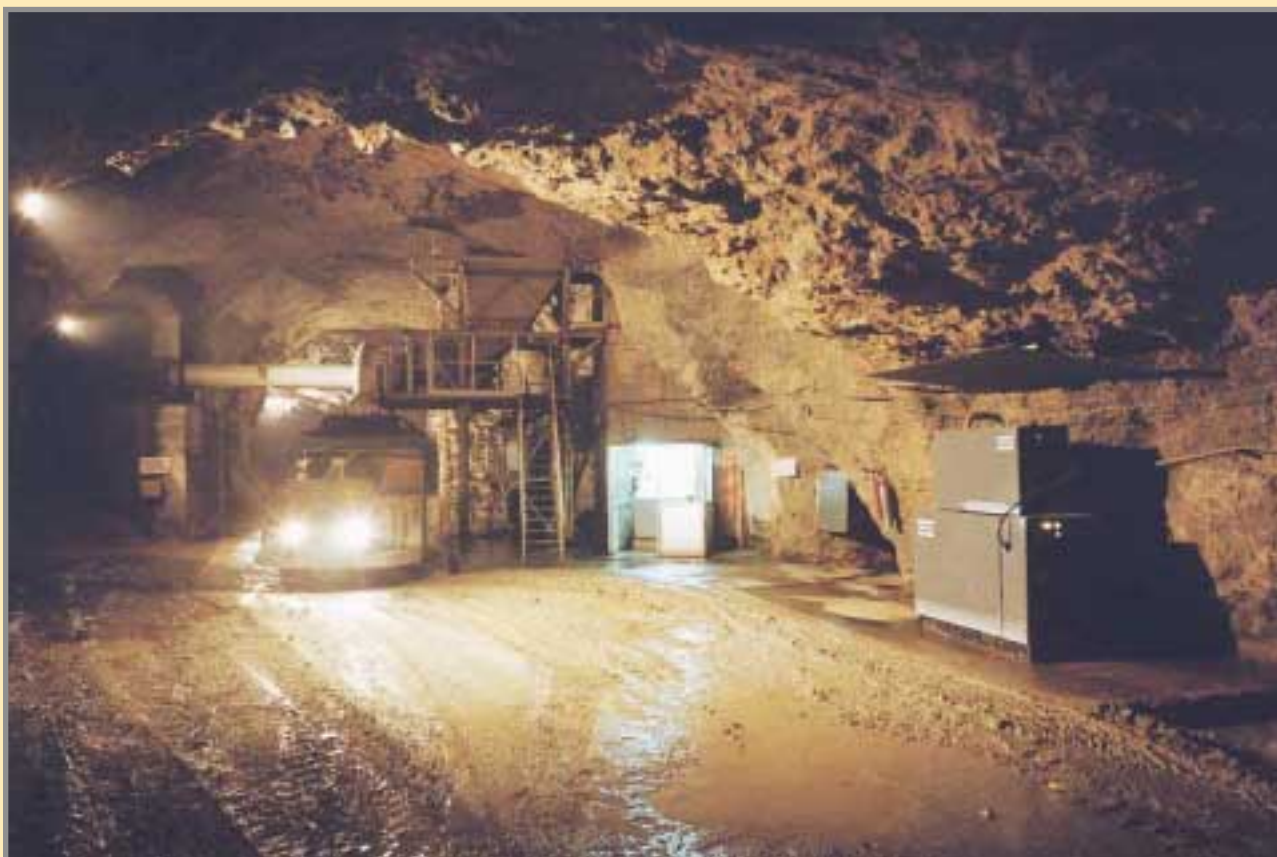
**Pirita cubo-octaédrica. Encuadre de 20 mm. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.**



**Macra de cerusita, procedente de El Zanjón. 3 mm. Colección y foto: F. Piña.**

rios milímetros, también incoloros, se encuentran igualmente sobre matrices sulfurosas o dolomita. El brillo es vítreo y algunas caras presentan estriación. Recientemente se ha iniciado un acceso en La Visera, desde el nivel -230 hacia el -200, a unos 2 m por debajo del relleno de hormigón. En estas labores están saliendo cristales de yeso muy transparentes, de unos 2 cm a 5 cm, en matriz. Aparecen en "seudogeodas" que, en realidad, son huecos correspondientes a fósiles de ostras, en la dolomía de muro de la mineralización. En estos huecos, el yeso está asociado a calcita y a diminutos cristales de pirita. En todos los casos, la morfología de los cristales es la habitual de este mineral, sin ninguna particularidad a destacar. Algo por debajo del





Perspectiva de la planta de preparación de relleno consolidado. Foto: AZSA.

nivel -230 también en la zona de La Visera, aparecieron cristales de yeso asociados a cristales de calcita muy corroidos, en una matriz mezcla de carbonatos y arcilla. También han aparecido algunas bolsadas de yeso masivo, en posible relación con la falla N-21, fractura que sigue las directrices carboníferas del Escudo de Cabuérniga, y por la que circulan aguas cloruradas y se la asocia con el diapiro de Torrelavega (Abajo, 2000).

### Anhidrita

La anhidrita es poco frecuente en la mina de Reocín. En el nivel -290 de Punta de Lanza (bajo el cuartel 4) y en una zona de Barrendera del nivel -305, cámara 13 (falla N-21) se ha encontrado como masas compactas bastante grandes, de color blanco o azul, que en este segundo caso es relativamente intenso, mucho más de lo habitual en este mineral. Estas masas consisten en agregados granudos formados por un entramado de cristales de hasta 5 mm de largo, de los que es evidente su exfoliación. Está asociada a pirita y a esfalerita.

En el nivel -290 de Punta de Lanza aparecieron ejemplares con huecos recubiertos de calcita, cuya forma permite

atribuirlos a cristales de anhidrita desparecidos. Estas epimorfosis alcanzan un tamaño de hasta 7 cm de longitud, con sección cuadrada o rectangular y terminación apuntada.

### AGRADECIMIENTOS

La redacción y correcciones de este artículo han sido posibles gracias a la colaboración atenta y desinteresada de Antonio Arribas, Ángel Abajo, César Piret, Enrique Fernández, Benito Alonso, José Manuel Sanchís, Mariano Hedrosa y Juan de la Paz.

Para el trabajo de campo ha sido imprescindible la guía y asesoramiento de Antonino Bueno.

Para la fotografía de minerales hemos contado con la colaboración de Antonino Bueno, Mariano Hedrosa, Pablo Guerrero y Jordi Fabre.

Las analíticas se realizaron en el Laboratorio Centralizado de la Escuela de Minas de Madrid.

### BIBLIOGRAFÍA:

ABAJO, A. (2000): Mina de Reocín. Rocas y Minerales, agosto de 2000, 22-41.

AZSA: Diversas memorias de la empresa, entre 1985 y 2000.

AZSA: [www.azsa.es](http://www.azsa.es)

ANÓNIMO. (1856) Compañía de las Minas y Fundiciones de la Provincia de Santander. Revista Minera, 706-709

ANÓNIMO (1928) Nuevo lavadero de minerales por flotación diferencial, instalado por la Real Compañía Asturiana en su grupo de minas de Reocín. Revista Minera, 79, 544-547

ANÓNIMO (1954). La Compagnie Royale Asturienne des Mines, 1853-1953. París, Coulouma. 222 pags.

BÁRCENA, L. (1922) Desarrollo de la flotación en las minas de Reocín. Revista Minera, 502-506, 528-533.

CABAÑAS, J.M. (1922) Descripción del nuevo taller de concentración de Reocín, de la Real Compañía Asturiana de Minas. En: Estadística Minera de España, año 1921, 413-417.

CARBALLO, J. (1950) Minas romanas de calamina. Minería y Metalurgia, (nov) 24-26.

CARRASCO, I. y otros (1995): Reocín. Revista de Minerales, 1/95

GAIT, R.I., Robinson, G.W., Bailey, K. Y Dumka, D. (1990) Minerals of the Nanisivik mine, Baffin island, Northwest Territory. The Mineralogical Record, 21, 515-534.

GARCÍA IGLESIAS, J. (1979): La hemimorfita de Reocín. Boletín de la SEM, vol 1, pp 69-75.

MAESTRE, A. (1864) Descripción Física y



Marcasita sobre dolomita. Ejemplar de 30 mm. Colección: I. Orea. Foto: F. Piña.



Gruesas crestas de marcasita sobre esfalerita y calcita. Ejemplar de 10 cm. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.





**Cristal prismático de yeso.** Estos ejemplares aparecen en el interior de fósiles de ostras en la dolomía de muro. Tamaño: 3 cm. Colección: A. Castro. Foto: F. Piña.



**Marcasita sobre dolomita.** Ejemplar de 10 cm. Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



**Epitaxia de marcasita sobre un cristal prismático de pirita.** Ejemplar de 20 mm. Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



**Masa nodular de hidrocincita pseudomórfica de esfalerita,** procedente de Reocín. Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



**Cristales de hemimorfita sobre dolomita, obtenidos recientemente en el plano inclinado de la mina de Udías. Encuadre de 15 mm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.**

Geológica de la Provincia de Santander. Madrid, Junta General de Estadística. 120 pags.

MAFFEI, E. y Rúa Figueroa, R. (1872) Apuntes para una Biblioteca Española de libros, folletos, artículos, impresos y manuscritos relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares. Madrid, J. Lapuente. Vol 2, pag 21.

MAZARRASA, J. M. (1930) Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander. Criaderos de zinc. Criadero de Reocín. Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustibles, 14, 521-550

MONCADA, G. (1902) Elementos de Preparación Mecánica de las Menas. 2ª ed. Cartagena, Imprenta de José Requena. 131-136.

MONSEUR, G. (1962) Etude métallogénique du secteur central du gisement de zinc de Reocin (Province de Santander, Espagne). Annales de la Société Géologique de Belgique, 85 (Mem.1) 1-70.

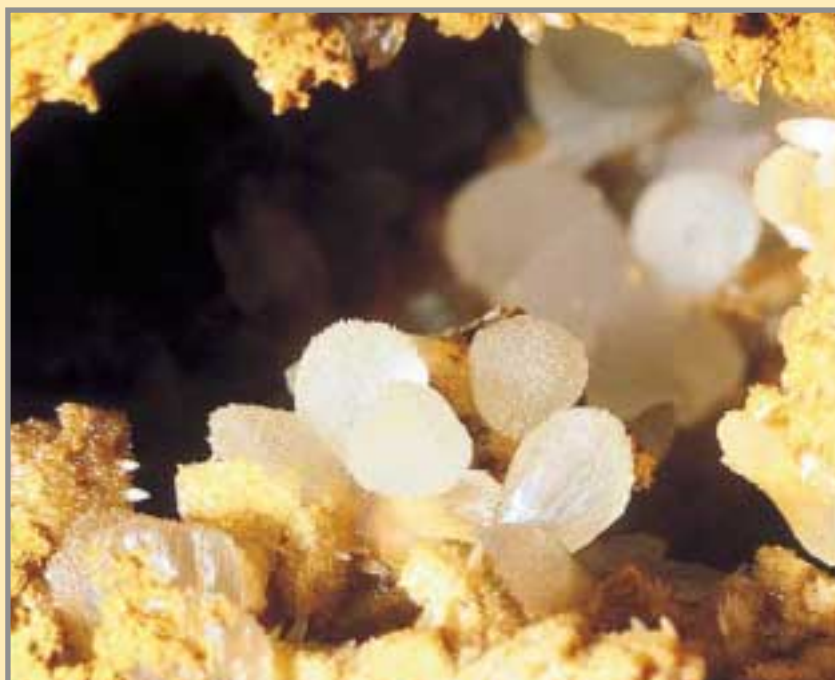
NARANJO, F. (1855) Criaderos de calamina de la costa de Santander. Revista Minera, 6, 594-596

NARANJO, F. (1873) Paleontología e historia del trabajo subterráneo (minas de Santander). Memorias de Historia Natural, 2, 5-10

OLAVARRÍA, M. (1891) Un poco de minería montañesa. Revista Minera, 42, 147-149.

PIQUET, M. A. (1877) Mémoire sur la Richesse Minérale de la Province de Santander. Paris, Imp. E. Capiomont. 55 pgs. y 2 lams. Publicado también en Mémoires de la Société des Ingenieurs Civils.

RAKOVAN, J., Schoonen, M.A.A., Reeder, R. J., Tyma, P. y Nelson, D.O. Epitaxial overgrowths of marcasite on pyrite from the Tunnel and



**Pequeños cristales de smithsonita en una geoda de limonita. 2º nivel de la mina de Udías. Encuadre de 20 mm. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña.**

reservoir Project, Chicago, Illinois, USA: Implications for marcasite growth. Geochimica et Cosmochimica Acta, 59, 343-346

SALAZAR, L. (1910) Minas de Reocín. En: Estadística Minera de España, año 1908. 640-648

SEEBOLD, I.J. y otros (1992): Yacimientos estratoligados de blenda, galena y marcasita en dolomías. Mina de Reocín (Cantabria). Recursos

Minerales de España, CSIC, pp 947-967.

VÁZQUEZ GUZMÁN, F. (1983). Depósitos Minerales de España. IGME, pp 34-37.

VILLASANTE, F. (1930): Estudio de Criaderos minerales de la provincia de Santander. Criaderos de zinc. Boletín Oficial de Minas, Metalurgia y Combustibles, 1930.

