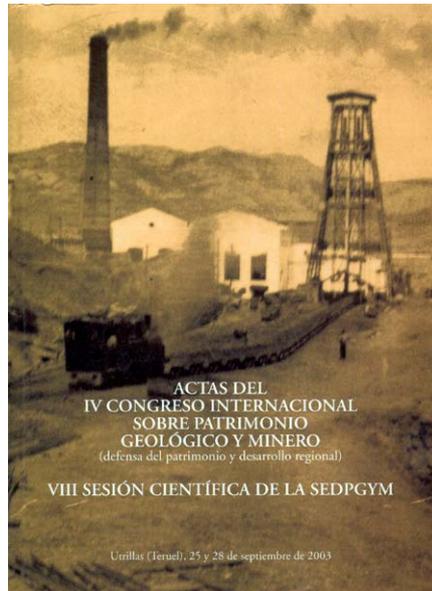


El laboreo romano del lapis specularis en la Mina Búho.

(Osa de la Vega. Cuenca)



© **Manuel Arlandi Rodríguez**

Jefe Departamento Ingeniería Subterránea. Geoconsult España S.A,

Publicado en: **IV Congreso Internacional Sobre Patrimonio Geológico y Minero. Utrillas, (TERUEL), 25/28 Septiembre 2003. Páginas: 333/ 342 (Utrillas 2004)**

Resumen

En este trabajo se describen los aspectos fundamentales y conclusiones de los trabajos de investigación realizados en las minas subterráneas romanas de yeso especular (“Lapis Specularis”) que se localizan en el Cerro de las Horadadas, a escasos kilómetros de la localidad de Osa de la Vega (Cuenca). El material extraído de estas minas, era exportado a todo el Imperio Romano, empleándose fundamentalmente como lámina transparente para ventanales.

La minería romana de esta zona, de época altoimperial, se caracteriza por el importante desarrollo de galerías someras, de escasa sección, excavadas en yeso alabastrino compacto. En ellas se localizan abundantes huellas y registros, que han permitido esbozar una hipótesis sobre el sistema de laboreo empleado.

Résumé

Ce travail décrit les aspects fondamentaux et les conclusions des travaux de recherche réalisés dans les mines souterraines romaines de gypse spéculaire (« Lapis Specularis ») qui se situent dans le « Cerro de la Horadadas », à quelques kilomètres de la localité de Osa de la Vega (Cuenca, Espagne). Le matériau extrait de ces mines était exporté dans tout l'Empire romain et employé principalement comme lamelles transparentes pour fenêtres.

L'industrie minière romaine dans cette zone, à l'époque du Haut Empire, est caractérisée par l'important développement de galeries sommaires, de petite section, excavées dans le gypse-albâtre compact. Celles-ci ont conservé d'abondantes traces et marques qui ont permis d'ébaucher une hypothèse quant-au système de minage employé. - 333 -

Introducción

La provincia de Cuenca (Castilla-La Mancha) cuenta actualmente con importantes y abundantes vestigios arqueológicos de la actividad minera desarrollada en época romana para la explotación del *lapis specularis*. El yeso especular, o espejillo, se asienta geológicamente sobre los terrenos de Edad Terciaria de la Cuenca de Loranca.

Tal como atestigua Plinio el Viejo, el *lapis specularis* de Hispania se localizaba en una extensión de cien mil pasos romanos (147 km) alrededor de la ciudad de Segóbriga (Saelices, Cuenca).

La explotación de estos yacimientos se desarrolló fundamentalmente en época altoimperial romana, abandonándose las minas a lo largo del siglo II (d.c). Desde esta época hasta nuestros días, no se realizaron trabajos extractivos en ellas, salvo quizá alguna explotación puntual y limitada. De este modo, las minas romanas se mantienen prácticamente intactos, tal como fueron abandonados, localizándose numerosos indicios y registros que permiten hoy en día interpretar el modo en que su laboreo se llevó a cabo.

Las minas localizadas son siempre subterráneas, generalmente con profundidades someras, que no suelen superar los 30 m medidos desde superficie. Las galerías son generalmente de sección reducida, con frecuencia menor de 1 m², aunque es muy habitual localizar cámaras que, en ocasiones, llegan a tener varios metros de altura. El acceso original a los minados se realizaba bien por pozos, o mediante socavones subhorizontales. No obstante, hoy en día, los accesos más frecuentes son los que se generan de forma natural por colapso de galerías o cámaras.

El esquema básico de trabajo en las minas de este distrito, consiste en el avance de galerías de escasa sección, hasta localizar masas explotables de *lapis specularis*. Comienza entonces a ejecutarse una cámara, de dimensiones métricas, donde se van extrayendo las placas de mineral. Cuando dicha cámara ha alcanzado dimensiones excesivas que ponen en riesgo su estabilidad, o se agota el mineral en la misma, se reanuda el avance de las galerías hasta localizar nuevas zonas explotables.

Durante la excavación de las cámaras, con frecuencia suelen perforarse pozos hasta la superficie, para sacar por ellos las placas extraídas. De este modo se evita el desescombrado a través de la tortuosa red de galerías.

Desde hace unos años, un equipo multidisciplinar, compuesto por arqueólogos, espeleólogos, geólogos e ingenieros de minas viene realizando trabajos de campo, consistentes en la localización de minas, exploración de los minados, confección de cartografías, y excavaciones arqueológicas de las galerías y de su entorno exterior¹.

En este artículo se describirá el trabajo de campo desarrollado para la investigación de la Mina Búho (OV-I-12) de Osa de la Vega (Cuenca), así como las conclusiones e hipótesis establecidas para describir el modo en que se desarrollaban las operaciones mineras para la explotación del *lapis specularis*.- **334** -

Encuadre Histórico y Geográfico

El mejor *lapis specularis*, tal como atestigua Plinio el Viejo (Cayo Plinio Segundo), era el procedente de Hispania y más exactamente el que se encontraba en una extensión de cien mil pasos romanos (147 km) alrededor de la ciudad romana de Segóbriga (Saelices, Cuenca). Aunque éste, no era el único sitio donde se podía obtener. En otros puntos del Imperio Romano como Chipre, Capadocia, África, y en Italia, en Sicilia y Bolonia, se explotaron masas yesíferas de *lapis specularis*, aunque siempre de menor calidad que el conquense (Bernardez et al., 2002).

La industria extractiva del *lapis specularis* se desarrolló principalmente durante los siglos I y II d. C. La calidad única de la transparencia del *lapis specularis* hispano y sus aplicaciones para cierres arquitectónicos a modo de cristal de ventanas, hizo que se extendiera por todo el Imperio en un comercio que enriqueció y romanizó substancialmente a la región productora, sirviendo de impulso económico a sus ciudades y contribuyendo al auge y prosperidad de éstas y sus elites (Bernardez et al., 2002).

La totalidad del histórico distrito minero del Lapis Specularis se encuentra en la actual provincia de Cuenca, y se extiende a través de sus tres comarcas naturales: Sierra, Alcarria y Mancha. Como menciona Plinio, el epicentro de este distrito se situaba en la antigua ciudad de Segóbriga, ubicada actualmente en el término municipal de Saelices (Cuenca). El conjunto minero, que el citado autor extendía de manera resumida en un radio de cien mil pasos alrededor de esta ciudad, en la actualidad muestra indicios en una franja de 150 km de largo de norte a sur y de unos 40 km de ancho de este a oeste, en el tercio oeste de la actual provincia de Cuenca.

Dentro del distrito minero del Lapis, se han inventariado más de una veintena de complejos mineros, entendiéndose como tal a un conjunto de minados que presentan unas características propias y se agrupan en un espacio geográfico determinado. En alguno de estos complejos se han llegado a inventariar más de cien minados. Los complejos inventariados hasta la fecha se localizan en más de diecisiete municipios conquenses.

El minado que se describe en este artículo, conocido como “Mina Búho”, se localiza pocos kilómetros al sur de la localidad conquense de Osa de la Vega, en el paraje conocido como “Cerro de las Obradas”, o “Cerro de las Horadas”, cuyo nombre, sin duda, deriva de la extensa presencia de pozos y socavones de las antiguas minas.

¹ El trabajo plasmado en este artículo ha sido labor de un grupo multidisciplinar de compañeros y amigos, a los que les expreso mi más sincero agradecimiento. Quiero recordar especialmente a los directores científicos del trabajo, los arqueólogos Juan Carlos Guisado y María José Bernárdez, a Fernando Valverde, espeleólogo y Lic. en historia, a Fernando Gómez, geólogo, a los arqueólogos y estudiantes de la Facultad de Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid (David, Javier, Rubén, Cristina, María, Alex, Conchi, Emiliano, Curro, Carlos, etc.) y a los miembros de la Asociación Cultural Silvano de Osa de la Vega (Ana, Antonio, Vicente, Angel, Miguel Angel, Julian y Benigno).

Descripción Geológica de los Yacimientos

Desde el punto de vista mineralógico, el *lapis specularis* es mineral de yeso, cuya composición química corresponde a sulfato cálcico dihidratado. Cristaliza en el sistema monoclinico, presentando una estructura laminar u hojosa, de manera que parece estar constituido por multitud de hojas o capas adheridas, siendo susceptible de ser exfoliado, es decir, separarlo siguiendo planos determinados, lo que permite obtener, fácilmente y de una sola placa, una serie de láminas diáfanas, de grosores variables.

Las grandes placas de yeso especular se encuentran incluidas dentro de una matriz de roca compacta, de composición igualmente yesífera, con aspecto alabastrino, de colores blanquecino, beige o marrón.

Estas formaciones se disponen horizontalmente, conformando capas que se acuñan lateralmente, entre estratos detríticos de naturaleza generalmente limosa, arcillosa o margosa - 335 - . Su emplazamiento geológico, de Edad Terciaria, se ubica dentro de la Cuenca de Loranca.

No está aun claro el proceso según el cual se forman las grandes láminas transparentes, pero con frecuencia se observa su presencia en relación con pequeños tubos o canales decimétricos, de probable origen cárstico, o según algunos especialistas, de origen hidrotermal. Se aprecia con frecuencia, en las bóvedas de las galerías mineras, como el avance de la excavación de las mismas con frecuencia va siguiendo el trazado de estos conductos.

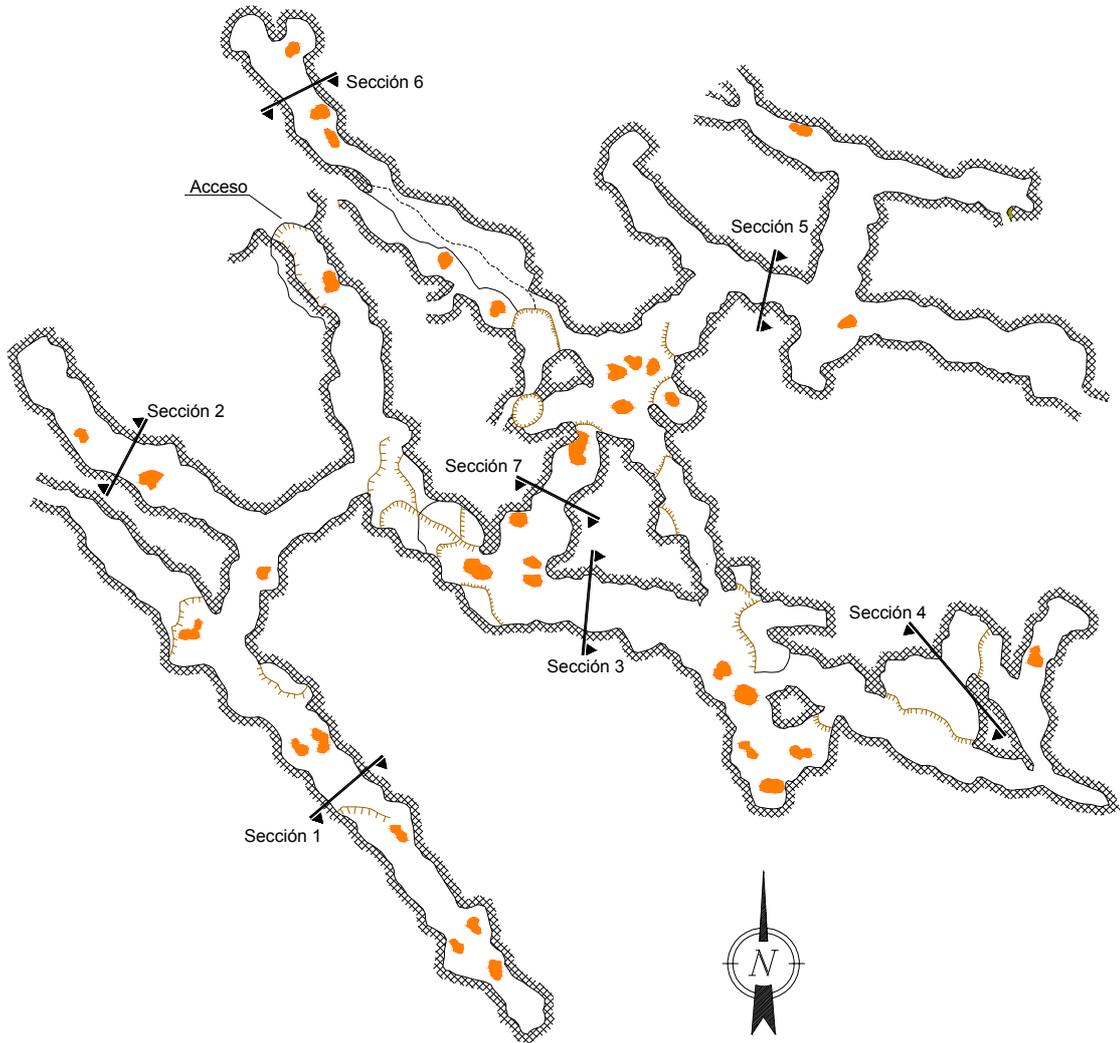
Descripción de la Mina Búho

Se trata de una mina subterránea, que tiene un desarrollo total de 85 m, generalmente en galerías de sección reducida, que pocas veces alcanzan alturas superiores a 1.5 m. El acceso se realiza a través de una estrecha “gatera”, generada por un hundimiento del terreno que ha alcanzado la superficie.

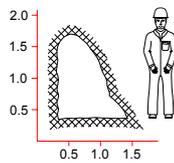
La mina muestra pocos indicios de *lapis specularis*. Las escasas cámaras de extracción localizadas son muy pequeñas, predominando las galerías en fondo de saco. Estas características nos llevan a considerar que, probablemente, se trate de una zona de exploración, en la que los antiguos mineros excavaron galerías con el fin de localizar masas explotables de *lapis*. Alguna galería finaliza en hundimiento, lo que sugiere que, probablemente, la mina era más extensa de lo que hoy en día es accesible. - 336 -

Se ha realizado una cartografía de la mina, empleando topografía espeleológica. Esta técnica consiste, en esencia, en recorrer los minados, trazando una línea poligonal que resulta de unir unos puntos seleccionados, cuyas coordenadas relativas a la boca de acceso se han obtenido mediante brújula, clinómetro y cinta métrica. A partir de la poligonal, se van trazando los contornos de la cavidad. El resultado final del trabajo topográfico, se plasma en una cartografía en planta realizada mediante el tratamiento de un programa informático específico para topografía subterránea, acompañada de las secciones transversales más representativas de la mina. De este modo se ha confeccionado la cartografía que se incluye en este trabajo.

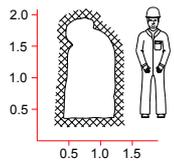
ESCALA 1:100



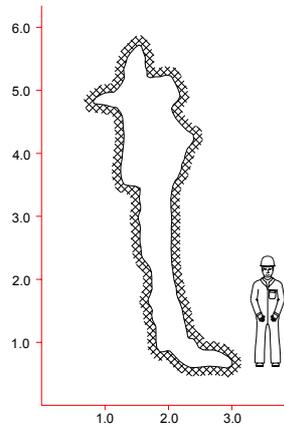
SECCIÓN 1
Escala 1:20



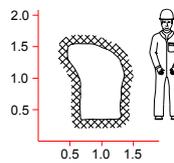
SECCIÓN 2
Escala 1:20



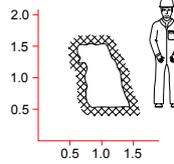
SECCIÓN 3
Escala 1:50



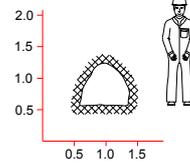
SECCIÓN 4
Escala 1:20



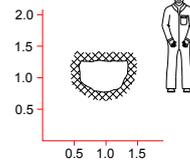
SECCIÓN 6
Escala 1:20



SECCIÓN 5
Escala 1:20



SECCIÓN 7
Escala 1:20



MINA DEL BUHO

Proceso Minero de Explotación del *Lapis Specularis* en la Mina Búho

Fases del proceso minero

Las operaciones esenciales de todo proceso minero pueden sintetizarse en:

- Localización y explotación del yacimiento.
- Explotación de la mina (Laboreo), que comprende los trabajos de avance de galerías, arranque del mineral y su transporte al exterior de la mina.
- Preparación del mineral para su transformación en un producto comercial.

A continuación se esbozarán las hipótesis generales acerca de cómo los mineros de época romana desarrollaron las operaciones de este proceso, concretando algunos aspectos en lo observado en la Mina Búho, pero incluyendo ideas establecidas en base a las investigaciones desarrolladas en el conjunto de minas del distrito.

Localización y exploración

Los prospectores romanos fueron muy eficaces en la localización de yacimientos naturales del lapis, ya que como han puesto de manifiesto los trabajos de campo que investiga los minados, ni en los sitios más aislados pasó desapercibida la presencia del mineral.

Las láminas de *lapis specularis*, presentan una gran reflectancia cuando son iluminadas por los rayos de luz (solar o lunar). Debido a esta peculiaridad, hoy en día para designar al *lapis specularis* en ciertos lugares de Cuenca, se emplean diversas denominaciones que aluden a la característica en cuestión, siendo conocido en la actualidad como “reluz” por su reflejo, “piedra del lobo” o “piedra lunar” por su brillo de noche con la Luna, y “espejillo” o “espejuelo” por su capacidad de reflexión de la luz al igual que un espejo.

En la zonas donde se localizan los yacimientos, es corriente encontrar topónimos como “Los espejares”, “Los blancares”, “Los espejos”, etc. Se trata, por tanto, de un mineral con unos indicios mineros de fácil localización visual, especialmente desde puntos de topografía elevada.

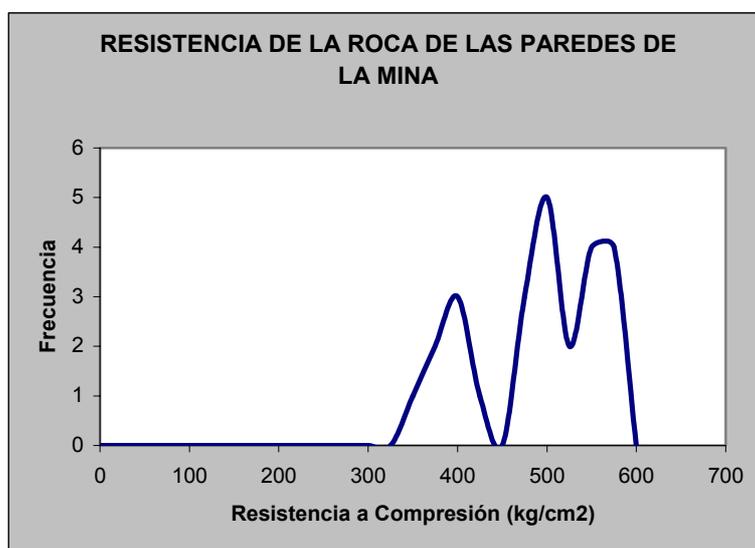
Una vez detectado el indicio, gracias a las propiedades reflectantes del mineral, los mineros explorarían en detalle los alrededores del mismo hasta establecer que zonas eran las más adecuadas para la ejecución de minados.

Explotación de la mina

Como se ha mencionado anteriormente, en la mina predominan las galerías, frente a las cámaras de explotación. El terreno donde se emplaza esta labor minera es resistente y compacto, aunque de escasa abrasividad. - 337 -

La resistencia de la roca es un parámetro geotécnico de especial importancia en ingeniería subterránea, pues gracias a él puede estimarse la facilidad para excavar el material rocoso y determinar la estabilidad futura y presente de la mina. Se han realizado mediciones de la resistencia de la roca caja y del propio

lapis specularis, mediante el uso de un aparato portátil denominado Martillo de Schmidt o Esclerómetro. Las lecturas realizadas se han representado en forma del histograma.



El valor de la resistencia de la roca de la mina, se sitúa en el entorno de los 325 – 600 Kg./cm², con una media de 475 Kg./cm². Considerando que el hormigón habitualmente empleado en la construcción tiene una resistencia de 250 Kg./cm², puede afirmarse que la roca caja de las paredes de esta mina es casi el doble de resistente que dicho hormigón.

Las mediciones de resistencia realizadas sobre el propio *lapis specularis* cifran su resistencia media en el entorno de 150 – 190 Kg./cm², lo que supone un 60 – 75 % de la resistencia del hormigón, o lo que es lo mismo, el yeso caja microcristalino es del orden de tres veces más duro y resistente que el *lapis*.

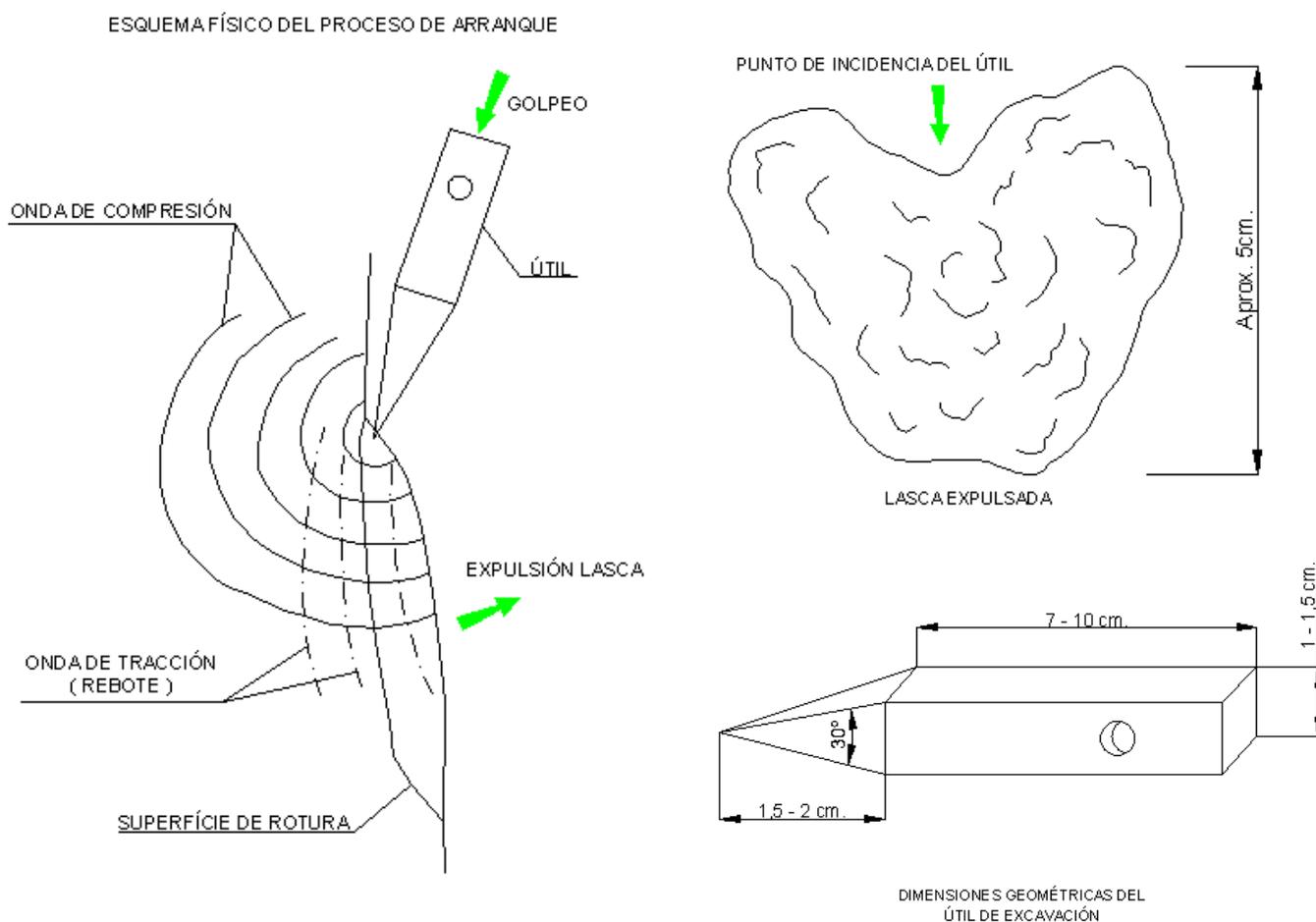
En algunas zonas de la mina, la roca se encuentra disgregada y poco compacta. En algunas zonas esta reducción de sus parámetros resistentes, se explica por efecto de la meteorización de la roca, que se encuentra a veces muy próxima a la superficie, como lo atestiguan las raíces observadas. En otras ocasiones, la merma de resistencia se debe a un incremento del porcentaje de terrígenos (limos, arcillas, etc.) presentes en la matriz rocosa.

Se han reconocido en esta mina un total de 85 m de galerías, excavadas fundamentalmente mediante punteros de hierro de sección cuadrada. En las paredes de la mina son visibles las marcas de estas herramientas, con una densidad media que puede cifrarse en torno a 40 marcas por m². La observación detenida de estas huellas de puntero, muestra que estos útiles tenían un diámetro entre 1.5 – 1 cm y 10 - 12 cm de longitud.

Las huellas de los punteros son muy alargadas, y muestran un dibujo conformado por una sucesión de rectas terminadas en punta. Esta disposición sugiere la aplicación de los punteros incidiendo con un ángulo casi paralelo (10 – 15°) a las caras de las paredes de la roca.

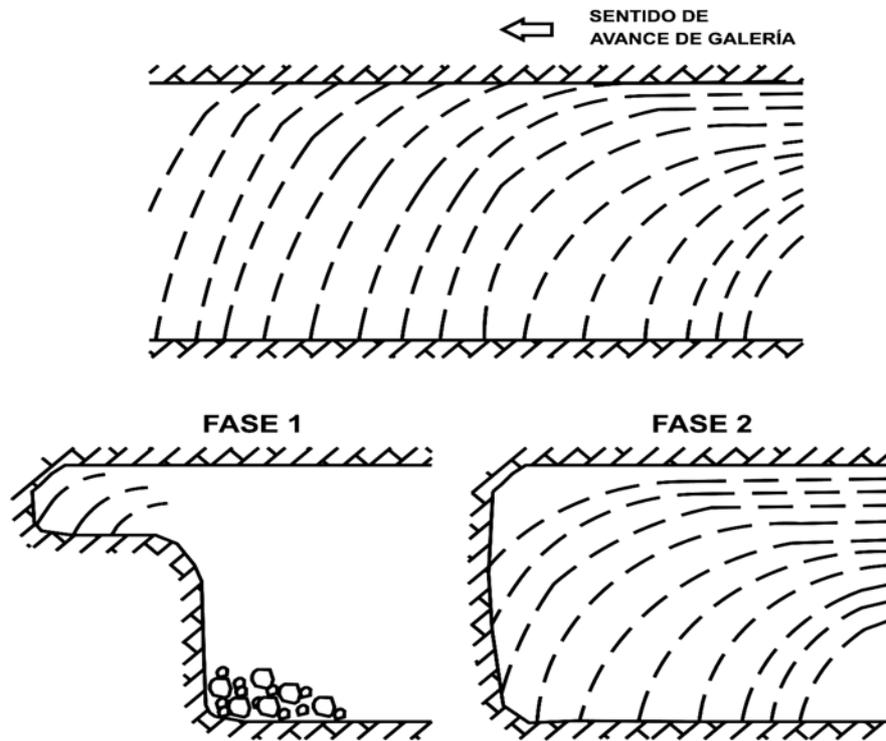
Esta manera de trabajar la roca provoca, con poco esfuerzo, el desprendimiento de finas lascas, que se localizan con profusión por toda la explotación. En la figura que se incluye a continuación se esquematiza el proceso de arranque. Cuando el puntero incide de la manera indicada sobre la pared de roca, la punta

del útil traslada al terreno un esfuerzo compresivo, que provoca la propagación de una onda de compresión, que no tiene magnitud suficiente para romper la roca. Cuando esta onda alcanza la superficie o “cara libre” de la pared de roca frente a la cual se sitúa el minero, se transforma en una onda de esfuerzo de tracción, cuyo frente de onda es paralelo a la cara libre. Esta onda de tracción comienza a propagarse - 338 - hacia el interior del macizo rocoso. La resistencia a tracción de la roca es del orden de diez veces menor que la resistencia a compresión, lo que provoca que la onda de tracción consiga romper la roca, haciendo saltar fragmentos en forma de lascas planas cuyas caras son paralelas a la cara libre y a los frentes de la onda de tracción. Las lascas se han representado esquemáticamente en la figura que se incluye a continuación.

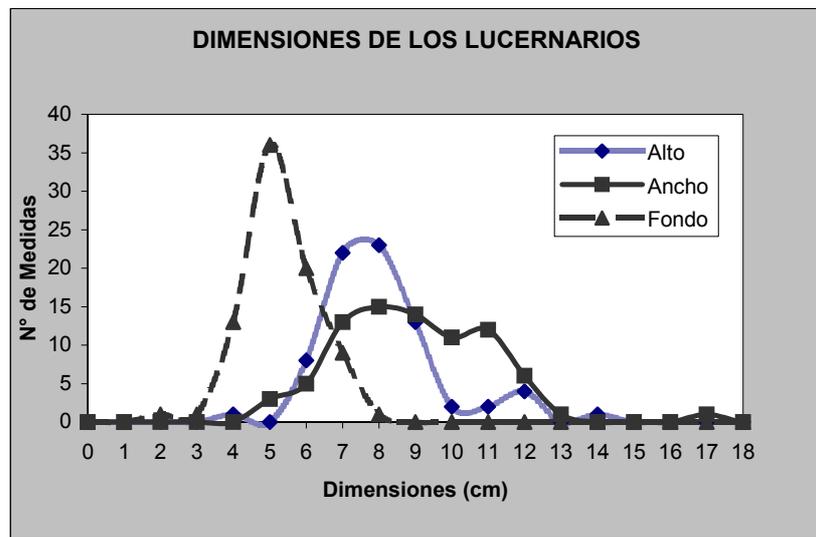


Mediante la acción de los punteros, el minero abordaría la excavación de galerías. La forma curvada de las huellas de puntero que se observan en la parte alta de las paredes (hastiales) de las galerías, sugieren que la excavación se realizaría excavando tramos cortos, que se iniciarían por la parte alta del frente de la galería, tal como se esquematiza a continuación.

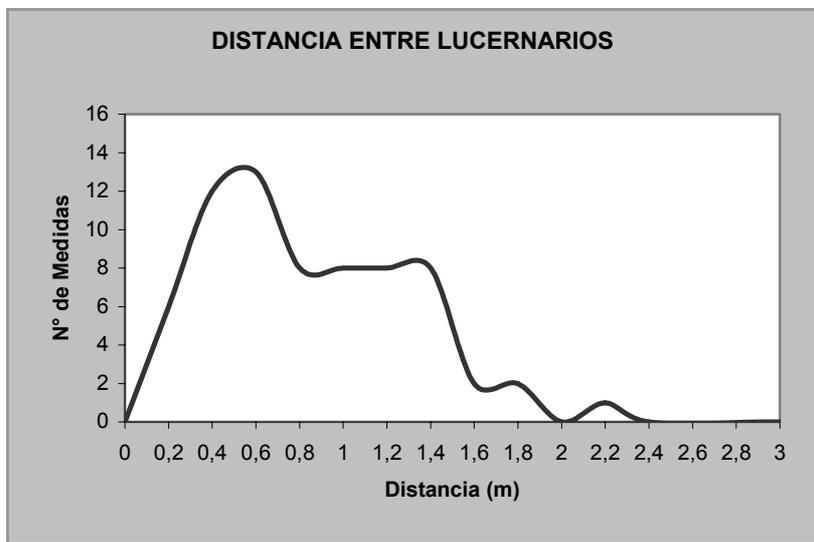
HUELLAS DE PICO EN SECCIÓN LONGITUDINAL (SOBRE HASTIAL)



Como elemento más característico de las minas hay que citar a los lucernarios. Se trata de oquedades practicadas en la roca, y que servían para colocar en él las lucernas que empleaban los mineros para su iluminación. Se ha realizado el reconocimiento sistemático de todos los lucernarios de la mina, habiéndose localizado un total de 81. - 339 -. En los histogramas que se incluyen, se observa que el lucernario “tipo” tiene unos 9 cm de ancho por 8 cm de alto y 5 cm de fondo. Estas cifras indican que las lucernas empleadas en la iluminación debían ser muy pequeñas, con una base no mayor de 5 cm. Este tipo de lucerna ha sido localizada en las excavaciones arqueológicas desarrolladas a la boca de mina de un pozo cercano.



Tal como puede comprobarse en la figura, los lucernarios están separados entre sí a distancias que oscilan entre 0.6 m y 1.4 m, de modo que en las zonas de la mina con roca más resistente la separación se aproxima más a 0.6 m y en las zonas más blandas a 1.4 m.



Estos datos se han interpretado, de modo preliminar, considerando que al inicio de cada jornada o turno de trabajo el minero comenzaba su labor excavando un lucernario en un punto de la pared de la mina (hastial) lo más próximo posible al frente de avance de galería. De este modo el trabajador aseguraba una buena iluminación del tajo, pues un lucernario más atrasado hubiese proyectado sombra sobre el frente de excavación. De acuerdo a esta idea, cuando el minero operaba en roca muy dura, el avance de la galería sería lento, y por tanto la distancia entre los lucernarios que se ejecutaban entre dos turnos de trabajo consecutivos sería pequeña, en este caso en el entorno de 0.6 m. Por el contrario, si la roca fuese blanda, el avance sería mayor, por ello los lucernarios localizados en las zonas más blandas de la mina se encuentran separados a distancias en el entorno de 1.4 m.



Foto: Lucernario y huellas de picado



Foto: Galería rellena de lascas de picado

- **340** - Una vez que las galerías de avance localizan una zona rica en láminas transparentes de lapis specularis, la excavación se ensancha, sin orden preestablecido, tratando de arrancar la mayor cantidad posible de mineral. En el caso de la Mina Búho, estos ensanches o cámaras de explotación, tienen dimensiones reducidas, apenas un par de metros de diámetro. En otras explotaciones estas cámaras suelen ser dos o tres veces mayores, e incluso, en algunas minas, superan la decena de metros.

El arranque de cada placa individual se realiza excavando un surco alrededor del perímetro de la placa. Este surco se profundiza hasta que se descubre completamente el canto de la placa, o un grosor apreciable de ella. Se extrae entonces la placa con la ayuda de cuñas o cinceles.

Transformación del *Lapis Specularis* en Producto Comercial

En zonas próximas al área donde se localizan las bocas de acceso a las minas, y con frecuencia en su proximidad inmediata o adosadas a las escombreras, suelen localizarse restos arqueológicos que denotan la presencia de centros de procesamiento y otros tipos de edificaciones.

En alguno de estos asentamientos próximos a la boca de mina, se localizan grandes concentraciones de *lapis specularis* que muestran la particularidad de mostrar huellas de serrucho en al menos uno de sus lados. Estas zonas han sido interpretadas como centros de preparación del mineral, en los cuales las láminas de *lapis* eran cortadas con sierra, para darles su formato de comercialización.

Las piezas aserradas que se localizan profusamente en estas zonas, son los rebordes resultantes del aserrado de las placas extraídas de la mina. El análisis del tamaño de estos fragmentos han permitido comprobar que las piezas vendibles de *lapis specularis* tenían forma rectangular o cuadrada, con aristas de un tamaño que habitualmente se situaba dentro del intervalo de los 10 a 30 cm.

No parece lógico que las piezas de *lapis* fuesen exfoliadas en estos “aserraderos” a pie de mina, ya que se trata de un mineral muy blando (dureza 2 en la escala de Mohs), que con toda seguridad sería rallado durante su transporte a los mercados exteriores. En nuestra opinión, es más probable que, el exfoliado final tuviera lugar en destino, a pie de la propia obra donde el *lapis specularis* sería colocado como cerramiento de ventanales.

Se han realizado pruebas para investigar el modo en que los operarios romanos realizaban el exfoliado final. El empleo de cuñas, previa inmersión de la pieza de lapis para que el agua penetrase en sus planos de exfoliación, no proporcionó buenos resultados, ya que las láminas se quebraban y doblaban con facilidad. La técnica que ha resultado ser más efectiva, proporcionando caras brillantes, hialinas y sin ralladuras, consiste en el aserrado de la placa siguiendo longitudinalmente su canto, en dirección paralela a la superficie de exfoliación.

Bibliografía

ABASCAL PALAZON J.M.: “*Inscripciones votivas de Osa de la Vega (Cuenca Hispania Citerior)*”, Sagvntvn n.º 31. Págs. 259-262. Universidad de Valencia.

ALMAGRO BASCH, M.: Segóbriga, ciudad celtibérica y romana. Guía de las excavaciones y Museo. Madrid (reed. 1978,1986,1990). - **341** -

ALMAGRO BASCH, M.: Segóbriga I. Los textos de la Antigüedad sobre Segóbriga y las discusiones acerca de la situación geográfica de aquella ciudad, Excavaciones Arqueológicas en España n.º 123, Madrid (1983).

BERNÁRDEZ GÓMEZ, M.J., y GUIADO DI MONTI, J.C.: “*El tesorillo de trientes hispanovisigodos de la mina romana de lapis specularis de La Condenada en Osa de la Vega (Cuenca)*”. XIII Congreso Internacional de Numismática. Madrid (en prensa).

BERNÁRDEZ GÓMEZ, M.J., y GUIADO DI MONTI, J.C.: “*Las explotaciones mineras de Lapis Specularis en Hispania*”. Catalogo de la exposición: Artifex: La Ingeniería Romana en España. Museo Arqueológico Nacional de Madrid. Págs. 273-298. Madrid (2002).

BERNÁRDEZ GÓMEZ, M.J., GUIADO DI MONTI, J.C. y VILLAVARDE MORA, F.: “*Las minas romanas de Lapis Specularis de Osa de la Vega (Cuenca). Una aproximación a su estudio*”. Congreso Internacional sobre el Patrimonio Geológico e Mineiro, Beja (Portugal) – (2002).

GÓMEZ, J.J., DÍAZ-MOLINA, M., & LENDÍNEZ, A.: «*Tecnosedimentary analysis of the Loranca Basin (Upper Oligocene-Miocene, Central Spain): a “non-sequenced” foreland basin*», Tertiary basins of Spain the stratigraphic record of crustal Kinematics. Págs. 285-294. Cambridge University Press. London (1992).

PALOMERO PLAZA, S.: Las vías romanas en la provincia de Cuenca. Serie Arqueología Conquense n.º 8. Diputación de Cuenca. Cuenca (1987).

VV.AA.: Tabvla Imperii Romani. Hoja K-30 (Madrid 1993) y Hoja J-30 (Madrid 2000). - **342** -