

LA MINA DE ALMADÉN

LAS OTRAS RIQUEZAS DEL VENERO INAGOTABLE

■ *La actividad industrial de la Mina de Almadén ha tocado su fin, al menos por ahora. Llegado el momento del abandono y cierre, un elemental sentido de la responsabilidad impide sustraerse al vasto legado patrimonial que sus galerías constituyen y es un compromiso obligado garantizar su conservación. En este trabajo se resume una parte fundamental de ese Patrimonio con imágenes de su situación actual.*

Autor:

FERNANDO J. PALERO. Dr. en Geología

Fotografías:

FERNANDO J. PALERO ; GONZALO GARCÍA ; FRANCISCO PIÑA





ABSTRACT

For the time being the industrial activity of the Almadén Mine (Ciudad Real) has ceased. With the closing down of operations and abandoning of the site we must call upon our sense of responsibility to preserve the vast heritage of the network of underground galleries. This paper summarizes an important part of the Almadén mines heritage through images of the mining works nowadays.

Cristal de cinabrio de 1 cm. Colección: B. Sáinz de Baranda. Foto: F. Piña.

INTRODUCCIÓN

LOS profesionales que trabajamos en minería somos conscientes que tratamos con recursos no renovables, es decir, que tienen un fin. Para la explotación de un yacimiento se pla-

nifica una infraestructura concreta, que se sabe perfectamente cuando comienza, cual será su desarrollo y cuando terminará. Esta es la concepción actual de los proyectos mineros, lo cual ha eliminado esa parte misteriosa, se puede decir también bucólica y de aventura, que tenía la

minería antiguamente. La falta de conocimiento de los límites de un criadero daba lugar a grandes fracasos la mayoría de las veces, al haber invertido fuertes inversiones que luego no se veían compensadas por los minerales extraídos. Pero en ocasiones ocurría todo lo



FOTO 1.- Mina del Pozo, Planta 1ª de la Mina de Almadén. Explotación en testero del siglo XVIII de un banco mineralizado.

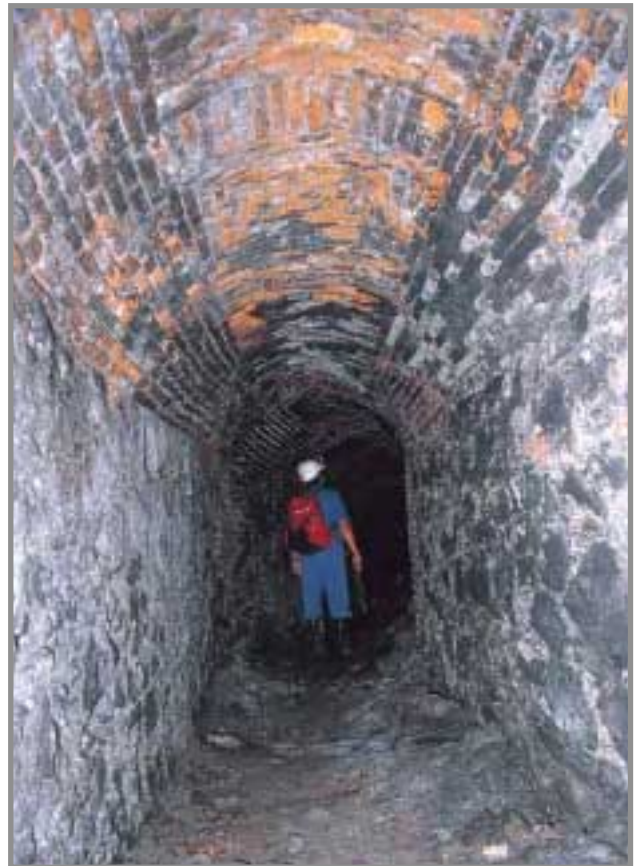


FOTO 2.- Mina del Pozo, Planta 1ª de la Mina de Almadén. Galería de servicio del Pozo San Teodoro al Pozo San Aquilino revestida de muros de mampostería y bóveda de ladrillo. Esta galería es muy antigua en origen (probablemente de los siglos XV o XVI) pero el revestimiento es del siglo XVIII.

ALMADÉN

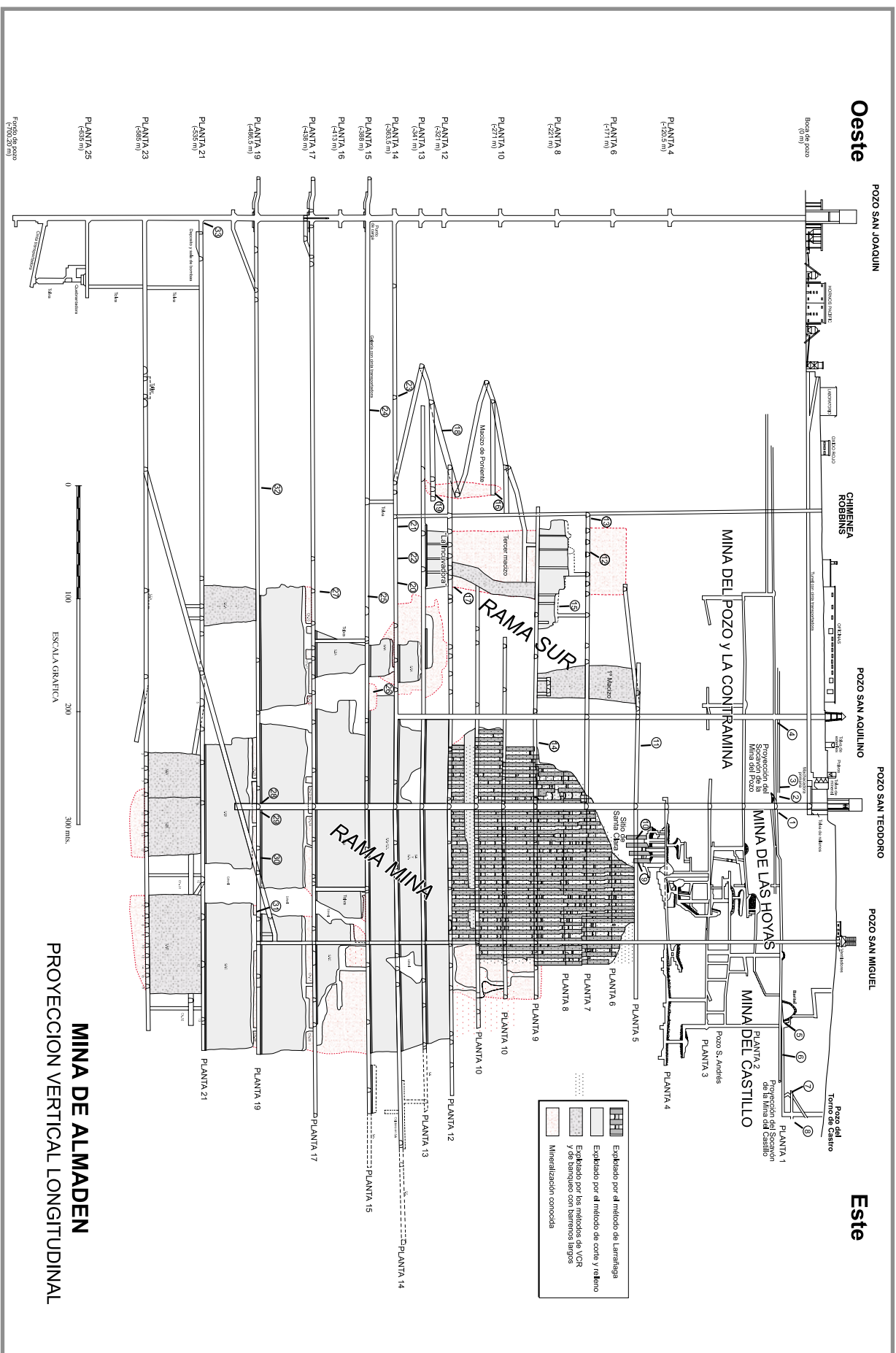


FIGURA 1.- Representación esquemática de las labores mineras de la Mina de Almadén en una proyección vertical longitudinal. Estos trabajos están referidos principalmente al Banco de San Pedro y San Diego. Con un número y flecha aparecen situadas las fotografías que acompañan al texto.



FOTO 3.- Mina del Pozo, Planta 1ª de la Mina de Almadén. Cizallamiento de capas alternantes de cuarcitas y pizarras producidos en una importante fractura que pone en contacto la "Roca Frailesca" con las alternancias del techo de la Pizarra de Muro. Estos ejemplos merecen el calificativo "de libro" en cuanto estructuras de deformación por cizalla en alternancias de rocas de desigual competencia (multilayer).



FOTO 4.- Mina del Pozo, Planta 1ª de la Mina de Almadén. Embarque de la 1ª Planta en el Pozo San Aquilino, construido en madera. El guionaje también es de madera y se encuentra en perfecto estado. Es de comienzos del siglo XX pero ha sufrido modificaciones hasta la década de 1950.



contrario y el halo de misterio se transformaba en grandes descubrimientos, ya que el desarrollo de las labores ponían a la vista vastos recursos, que en ocasiones daban la falsa idea de que aquello no se acababa nunca. De ahí surgían apelativos como "venero inagotable de riquezas" como en su día se dijo de Almadén.

Desgraciadamente, los recursos minerales de Almadén son también agotables y el pasado junio de 2001, tras un incidente técnico en la explotación, se dieron por terminados los trabajos extractivos en la mina. Lógicamente, la dirección de la empresa dio orden de inicio del expediente de abandono definitivo de la mina, estando hoy día éste en curso administrativo. Hay que decir que los recursos de una mina quedan agotados bien cuando sus minerales se acaban o bien cuando deja de ser rentable su extracción y, por desgracia, en Almadén dejaron de serlo hace ya varios años. La pérdida de rentabilidad puede deberse a varias razones, como retracción del mercado del metal producido, disminución de leyes de los minerales extraídos, dificultad del laboreo o mala gestión. De todos ellos se pueden buscar razones para justificar el cese de actividad en la Mina de Almadén.

La Mina de Almadén ha sido sin duda un yacimiento excepcional, constituyendo un claro ejemplo de lo que en metalogía se califica como criadero *Gigante* (Giant Ore Deposits). Es más, no resulta atrevido decir que se trata de un caso irrepetible en la corteza terrestre. El distrito de Almadén ha representado la mayor acumulación de recursos de mercurio del mundo, habiéndose explotado unas 270.000 t del metal líquido. Dicho de otra forma, se han extraído más de 7,5 millones de frascos, de los cuales 7 millones han estado contenidos en la Mina de Almadén. La excepcionalidad a escala mundial de este distrito minero, y en particular del yacimiento gigante de Almadén, radica en el enorme proceso de concentración que ha supuesto esta ingente acumulación del líquido metal, cuyo contenido medio a nivel cortical es muy bajo (del orden de 0,5 ppm), y que ha dado lugar a los grandísimos tonelajes producidos en un área de reducidas dimensiones. Tanto es así que Almadén representa más del 35 % de los recursos explotados y existentes en el mundo de Hg (21 millones de frascos), con leyes muy superiores a los de los otros grandes yacimientos del mundo (Idria, Monte Amiatta, Mc Dermitt, etc.). Además, los yacimientos de la comarca manchega se presentan en un entorno geológico y con



FOTO 5.- Mina del Castillo, Planta 1ª de la Mina de Almadén. Hueco del baritel y galería de acceso al pozo interior de San Andrés. Labores de la primera mitad del siglo XVIII revestidas de ladrillo y piedra.

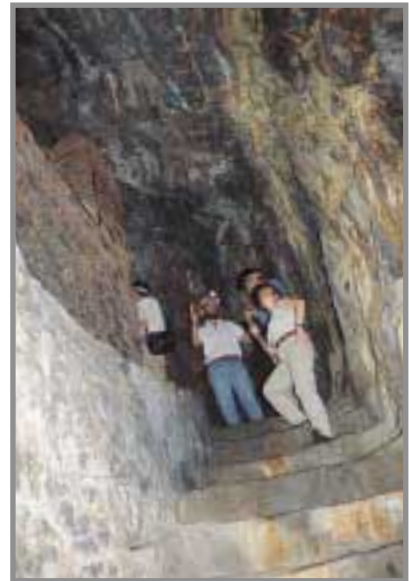


FOTO 7.- Mina del Castillo, Planta 1ª de la Mina de Almadén. Antigua bajada a la mina desde el Castillo del Retamar, situado en medio de la población de Almadén. Este era uno de los accesos principales a la mina en el siglo XVIII.



FOTO 6.- Mina del Castillo, Planta 1ª de la Mina de Almadén. Socavón de acceso de la Mina del Castillo. Este socavón se construyó entre 1703 y 1706, y está revestido en su totalidad por muros de mampostería y bóveda de cañón de ladrillo.

unos caracteres metalogénicos muy diferentes a los de los demás, que hacen de ellos un caso único y que conducen a hablar del *modelo Almadén*.

Otro interesante aspecto de esta gran mina, ha sido su longeva historia. Pocas explotaciones en el planeta pueden presentar un historial de unos 2.000 años de actividad casi ininterrumpida. Esto ha hecho que por sus galerías hayan pasado muchos mineros, los cuales han ido usando metodologías extractivas que han ido evolucionando junto con el avance de los conocimientos en las técnicas de laboreo. Algunas de estas técnicas han sido específicas de Almadén y muchas de ellas pueden ser hoy día visitables en distintas partes de la mina. Aunque la parte más antigua de las labores está inaccesible en el momento actual, es posible reconocer los métodos de laboreo usados al menos en los últimos 300 años.

Para la explotación de la mina a lo largo del tiempo se ha desarrollado una amplia infraestructura que a día de hoy consiste en 2 pozos principales; *San Teodoro* (de 522 m) y *San Joaquín* (de 700 m) y 3 pozos auxiliares y de ventilación, *San Miguel* (de 509 m), *San Aquilino* (de 378 m) y *Robbins* (de 360 m). Durante mucho tiempo el pozo principal fue San Teodoro, el cual alcanza la planta 19ª, teniendo como pozos auxiliares San Miguel y San Aquilino. A principios de la década de 1960 se construyó un puente al pozo de San Joaquín, que llegó hasta la planta 27ª, si bien solo se desarrollaron trabajos de beneficio hasta la planta

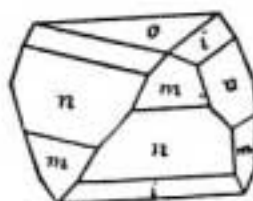
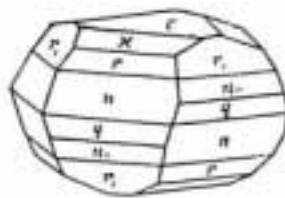




FOTO 8.- Mina del Castillo. Galería de los Forzados que daba acceso desde la prisión a la 1ª Planta de la mina. Esta galería tiene unos 700 m y estuvo en uso durante la 2ª mitad del siglo XVIII. Más recientemente fue utilizada como refugio durante la Guerra Civil.



FOTO 9.- Planta 5ª de la Mina de Almadén. Sitio de Santa Clara. Sostenimiento con arcos de ladrillo utilizados en la explotación por el método de Larrañaga. Trabajos de la primera mitad del siglo XIX.

23ª. En las últimas etapas de actividad ha sido este último el pozo el principal de la explotación, quedando San Teodoro y San Miguel como pozos auxiliares y abandonándose San Aquilino. En la década de los 80 se construyó el pozo Robbins para facilitar la ventilación en la zona occidental de las explotaciones.

De estos primeros párrafos se puede deducir que la Mina de Almadén posee otros importantes recursos aparte de los minerales, los cuales hasta ahora no han sido aprovechados. Efectivamente, sus galerías encierran un verdadero tratado de geología, con elementos únicos y ejemplos espectaculares en diversas especialidades como estratigrafía, tectónica y vulcanismo, junto evidentemente a su excepcionalidad metalogénica. En cuanto a minería, Almadén es una auténtica enciclopedia de técnicas de laboreo, con ejemplos maravillosos y bien conservados de muchos de los métodos de explotación que se han usado en los yacimientos metálicos con cuerpos mineralizados subverticales. Una buena gestión de estos recursos podría volver a validar el calificativo de “venero inagotable de riquezas”.

A continuación se hace una exposición resumida de la geología del yacimiento y de la evolución de los métodos de laboreo, intentando mostrar este



FOTO 10.- Planta 5ª de la Mina de Almadén. Canalizaciones de cerámica para la conducción de aguas en una galería transversal de acceso a las explotaciones de San Francisco y San Nicolás. Trabajos del siglo XIX.

FOTO 11.- Planta 5ª de la Mina de Almadén. Un buen ejemplo de la toba volcánica “Roca Frailesca” con bandeados producidos por diferentes tamaños de los fragmentos que la forman (“bedding”). Galería de servicio entre los pozos San Teodoro y San Aquilino.





FOTO 12.- Planta 7ª de la Mina de Almadén, Rama Sur. Aspecto del mineral de baja ley (mineral solera) perteneciente al 3º Macizo.



FOTO 13.- Planta 7ª de la Mina de Almadén, Rama Sur. Otro ejemplo de deformación por cizallamiento de las alternancias de cuarcitas y pizarras. En este caso la deformación es eminentemente dúctil, generando despegues entre capas y pliegues de eje subvertical. La imagen representa el techo de la galería de comunicación del 3º Macizo con la Chimenea Robbins.

enorme potencial, complementario al productivo, que alberga la Mina de Almadén. Esta exposición se acompaña con una colección de fotografías con ejemplos de este auténtico tesoro geológico y minero que sería lamentable que se perdiera.

LA GEOLOGÍA DE LA MINA DE ALMADÉN

El yacimiento de mercurio de Almadén es de carácter estratiforme, es decir, sus minerales se hallan en ciertas capas que son concordantes con la estratificación general. Desde el punto de vista de la geología regional, la mina se sitúa en el flanco sur de un gran pliegue sinclinal hercínico denominado *sinclinal de Almadén*. En esta zona del

pliegue la estratificación está verticalizada y tiene un rumbo general cercano a E-O. Una descripción de los caracteres geológicos regionales de este gran pliegue se puede ver en *Bocamina, volumen 1, año 1995*.

La mineralización se presenta como una impregnación y relleno fisural en tres niveles muy concretos dentro de una unidad litoestratigráfica llamada *Cuarcita del Criadero*, que tiene una edad Hirnantense-Aeroniense (entre 440 y 433 millones de años). Estos niveles mineralizados se localizan uno a muro y dos a techo de esa unidad litoestratigráfica y reciben los nombres de Banco de San Pedro y San Diego, Banco de San Francisco y Banco de San Nicolás. La mineralización económica ha sido trabajada en una corrida máxima de 500 m y ha

alcanzado una profundidad de 600 m. Hoy día es posible reconocer estos cuerpos mineralizados en diferentes puntos de la mina (*figura 1 y fotos 12, 14, 17, 19, 20, 26 y 31*).

La Cuarcita del Criadero en la mina de Almadén se subdivide en 4 tramos, los cuales pueden ser reconocidos en cortes completos en galerías en crucero en varios niveles de la mina. Hay exposiciones de gran espectacularidad, con abundantes ejemplos de estructuras sedimentarias. Los 4 tramos mencionados son de muro a techo los siguientes:

Cuarcita Inferior, con 8 a 15 metros de cuarcitas blancas masivas. Dentro de este tramo aparece la mineralización que forma el Banco de San Pedro y San Diego, que tiene una potencia de 3 a 8 m (*fotos 26 y 31*).

Pizarras Intermedias, con unos 10 a 15 m de areniscas de grano fino ricas en materia carbonosa y frecuentes estructuras almohadilladas (*foto 25*). Son estériles.

Cuarcitas Intermedias, con unos 30 a 50 metros de cuarcitas tableadas con finas intercalaciones de areniscas de grano fino. Son también estériles.

Cuarcitas Superiores, con unos 10 a 20 metros de cuarcitas oscuras en paquetes gruesos con intercalaciones de areniscas de grano fino, ricas en materia carbonosa. En este tramo aparecen los otros dos bancos mineralizados, San Francisco (*foto 20*) y San Nicolás, que presentan espesores de 2,5 a 5 m. Separándolos hay una alternancia de delgadas capas de areniscas carbonosas de grano fino. La separación entre los dos bancos oscila entre 0 m y 5 m, debiéndose esta variación probablemente a causas tectónicas (laminación tectónica).



FOTO 14.- (Planta 9ª de la Mina de Almadén). Galería de Poniente que sirve de acceso a las explotaciones de la Rama Sur desde el Pozo San Teodoro. Labor realizada en la década de los años 1960, tras el redescubrimiento de las mineralizaciones situadas bajo los antiguos trabajos de la Mina del Pozo y La Contramina.



FOTO 15.- Planta 9ª de la Mina de Almadén, Rama Sur. Explotación por el método de corte y relleno del 3º Macizo. En la foto se pueden ver los bulones de sostenimiento del techo en el frente de avance del corte, así como el mallazo de sujeción del nuevo techo del realce tras la voladura, limpieza y saneamiento. Estas labores son de finales de los años 1970.



FOTO 16.- Galería de cabeza del Macizo de Poniente de la Mina de Almadén, Rama Sur. Materiales volcánicos "peperíticos", formando parte de unas brechas heterogéneas de rocas volcánicas y detriticas, envueltos por una matriz de pizarras negras.

Estratigráficamente por debajo de la Cuarcita del Criadero hay una unidad de pizarras negras con laminación sedimentaria y finas capas de areniscas denominada *Pizarras de Muro* (foto 29). Por encima de las cuarcitas hay otra unidad pizarrosa conocida como *Pizarras de Techo*, constituidas éstas mayoritariamente por pizarras negras grafitosas fosilíferas con abundantísimos graptolitos, representando la mina de Almadén un yacimiento clásico a nivel mundial en éste tipo de fósiles. Esta última unidad de pizarras está sustituida parcial o totalmente por cuerpos intrusivos de rocas subvolcánicas (diabasas y cuarzodibasas), materiales que se les conoce como *Lavas de Techo*. Cortando, o intercalados entre las rocas sedimentarias hay diques y sills de materiales volcánicos composicionalmente equivalentes a las Lavas de Techo (foto 32). Se han observado casos de metamorfismo térmico de estos diques sobre las cuarcitas y bancos mineralizados.

En una posición estratigráfica dudosa aparecen unas brechas heterogéneas formadas por fragmentos de areniscas, cuarcitas y rocas volcánicas, mostrando estas últimas estructuras peperíticas (foto 16) que son otro hecho peculiar a destacar de la Mina de Almadén.

Con carácter discordante aparecen unas tobas volcánicas formadas por fragmentos angulosos de tamaño variable (máx. 12 cm) que se las conoce de forma local como "Roca Frailesca" (foto 11). Estos materiales forman un gran cuerpo masivo de forma lenticular que hoy día está limitado por grandes fallas ONO-ESE y NO-SE. Se interpreta como una diatrema volcánica, siendo un caso excepcional de este tipo de materiales en el contexto del dominio hercínico de la Península Ibérica.

La estructuración geológica del yacimiento de Almadén está controlada principalmente por la fracturación. Se pueden establecer dos conjuntos de fallas, los cuales representan dos episodios

de tectónica frágil acontecidos y que son los siguientes:

Fracturas de desgarres longitudinales.

Se trata de una importante red de fallas subverticales de rumbo principal ONO-ESE a E-O. Son grandes fracturas que actúan como cizallas levóginas de carácter eminentemente frágil, las cuales producen importantes desplazamientos en las alternancias cuarcíticas con dirección próxima a la estratificación. Este hecho favorece el desarrollo de ramificaciones y muchas estructuras de adaptación y asimilación del desplazamiento, lo cual complica la estructura general de la Cuarcita del Criadero en la zona de la mina. En las galerías se puede ver todo un catálogo de estructuras producidas por este tipo de deformación. Son incontables los ejemplos de gran espectacularidad como pliegues falla de eje subvertical, cuñas tectónicas, bandas de milonitas, etc, etc. (fotos 3, 13, 17, 22, 29 y 32). Junto al sistema principal de fallas ONO-ESE levógiro aparecen otras contemporáneas con rumbos NE-SO,



FOTO 18.- Mina de Almadén, Rama Sur. Tramo de la rampa de acceso de la Planta 14ª al subnivel de 9ª, revestido con cerchas metálicas en U y rollizos de madera. Esta rampa fue construida en los años 1980 y ha sido la infraestructura básica en la última etapa de explotación en la Rama Sur, la cual permitía el acceso de la maquinaria y personal en la explotación por grandes cámaras mediante barrenos largos.



FOTO 17.- Planta 12ª de la Mina de Almadén, Rama Sur. Falla longitudinal cortando y deformando al 3º macizo. En la imagen, esta gran estructura de cizalla, que es denominada "Falla G", pone en contacto las cuarcitas mineralizadas con brechas heterogéneas con mucha matriz pizarrosa.

dextrógiras, y ENE-OSO, estas también levógiras. Todas estas fallas han sido generados por un acortamiento E-O posterior a la formación del gran sinclinal de Almadén.

Fracturas de desgarre transversales. Se trata de un conjunto de fallas con buzamientos generalmente altos, de rumbo NO-SE y que cortan con gran ángulo a la Cuarcita del Criadero produciendo desplazamientos con sentido dextrógiro. Muestran un carácter más frágil que las longitudinales, produciendo cortes mas o menos netos de las rocas que afecta (foto 21). Estas fallas dan lugar a traslaciones de irregular importancia, cuya magnitud va desde decimétrica a hectométrica. Estas fracturas son consecuencia de acortamientos N-S tardihercínicos.

La intersección de fallas longitudinales y transversales con la Cuarcita del Criadero en posición subvertical, han configurado una estructuración del yacimiento que se puede definir como la de un gran pliegue de eje subvertical desmembrado. Esta estructuración es producto de la traslación producida por un corredor de cizallamiento longitudinal levógiro ONO-ESE, a la que se superpone un corredor de fracturación transversal NO-SE que compartimenta el yacimiento en dos partes, al producirse una traslación dextral del bloque oriental respecto al occidental. La disposición de fallas, estratificación de la Cuarcita del Criadero y mineralizaciones, permite diferenciar en el yacimiento tres zonas que se denominan, de Levante a Poniente, como: zona "Rama Mina", zona "de los Masivos" y zona "Rama Sur". Estas zonas quedan separadas por dos importantes fallas transversales NO-SE. Los principales caracteres de cada una de estas zonas son los siguientes:

Zona "Rama Mina". Es la zona clásica de la explotación de la mina de Almadén. La Cuarcita del Criadero aparece poco trastocada y sólo fallas del sistema transversal NO-SE producen pequeños saltos dextrales que no alteran en gran medida la continuidad de los bancos mineralizados. Solo una de estas fallas tienen importancia, la denominada Falla de San Miguel, que produce un salto de magnitud decamétrica. La mineralización aparece en los 3 bancos clásicos, pero las mejores leyes y el mayor volumen de explotación corresponde al "Banco de San Pedro y San Diego".

Zona de "Los Masivos". Se denomina así a esta zona porque fue allí donde se hallaban los minerales de ma-



FOTO 19.- Galería de base del Macizo de Poniente de la Mina de Almadén, Rama Sur. Parte basal de la cámara diseñada para la explotación del Macizo de Poniente con minerales de alta ley.



FOTO 21.- Planta 14ª de la Mina de Almadén, Rama Sur. Falla transversal poniendo en contacto brechas heterogéneas con rocas subvolcánicas de tipo diabasa. Esta falla se sigue por toda la mina y es la que separa la Rama Sur del resto de zonas del yacimiento.

yor ley en Hg del yacimiento. A efectos de explotación esta zona fue trabajada conjuntamente con la “Rama Mina”. Es una zona estructuralmente muy compleja pues está muy afectada por las fallas longitudinales que forman dos sistemas, uno el clásico ONO-ESE, y otro ENE-OSO (Falla de San Aquilino). Estas fallas producen importantes traslocaciones de la Cuarcita del Criadero, incluso duplicaciones de los bancos mineralizados, lo que supuso la existencia de sectores con potencias mineralizadas de hasta 15 metros con minerales de alta ley. A la tectónica producida por las fallas longitudinales se le superpone una importante red de fallas transversales con importantes traslocaciones. Esta red queda delimitada por dos grandes fallas de dirección NO-SE, una a Levante denominada “Falla S” con buzamiento al NE, que es la que sirve de límite con la “Rama Mina”, y otra a poniente que se la llama “Falla C” (foto 21) y que tiene buzamiento al SO. El hecho de buzar ambas estructuras en sentido contrapuesto produce su unión

aproximadamente a nivel de 8ª planta, lo que conlleva la desaparición de la zona de “Los Masivos” en la parte alta del yacimiento. Parece ser que es la “Falla C” la que alcanza niveles de superficie, sirviendo en la parte superior del criadero de límite entre la “Rama Mina” y “Rama Sur”. Respecto a la distribución de la mineralización en esta zona, el Banco de San Pedro y San Diego se esteriliza progresivamente tanto en sentido Oeste como en profundidad, de tal forma que en los niveles por debajo de planta 15ª se presenta estéril en esta zona. Los bancos de San Francisco y San Nicolás presentan leyes extraordinarias sobre todo a niveles de 10ª a 14ª planta. Por debajo de planta 14ª comienza la pérdida de mineralizaciones en ambos bancos del techo, tanto en sentido horizontal como vertical. Sin embargo, en el extremo de poniente había un sector con minerales de buena calidad que llegó a la planta 21ª.

Zona “Rama Sur”. Comprende el sector del yacimiento situado a Oeste de la “Falla C”. Se trata de una zona estruc-

turalmente compleja por efecto de la tectónica de las fallas longitudinales. Una peculiaridad estructural es la existencia de frecuentes pliegues de eje subvertical que resuelven buena parte de la traslación de las fallas de desgarre. Aquí apenas hay fallas transversales que compliquen aún más la estructura. La mineralización en esta zona ha perdido la continuidad por efecto de la tectónica de desgarre, apareciendo en forma de complejas estructuras cizalladas y plegadas. Ante la dificultad de definición de los clásicos bancos mineralizados, a los cuerpos mineralizados de esta zona se les califica con el nombre de macizos, ya que requieren una explotación integral sin tener en cuenta límites geológicos definidos. No obstante se puede precisar que las mineralizaciones conocidas corresponden exclusivamente a los bancos de San Francisco y San Nicolás. También se sabe que la mineralización no llega más abajo de la planta 13ª, ya que lateralmente los bancos se esterilizan dentro de la zona de “Los Masivos” colindantes más a Levante.



FOTO 20.- Planta 14ª de la Mina de Almadén, Zona de Los Masivos. Realce de explotación del Banco de San Francisco con minerales de alta ley en el extremo de poniente de las explotaciones de la planta 14ª.

Las rocas volcánicas aparecen distribuidas de forma desigual en cada una de las zonas de la mina. Así, en la “Rama Mina”, la “Roca Frailesca” aparece situada al sur del yacimiento, separada de la Cuarcita del Criadero por una amplia banda de Pizarras de Muro que es más ancha cuanto más al Este y cuanto más en profundidad. El contacto “Roca Frailesca”- Pizarras de Muro se realiza mediante un importante accidente longitudinal conocido como Falla Meridional (“Falla M”), presentando esta un buzamiento fuerte al SSO. El límite más occidental de la “Roca Frailesca” a niveles someros es la “Falla C”, que tiene buzamientos al SO, mientras que en profundidad es otra falla dextral (“Falla A”) pero que tiene buzamiento al NE. La intersección entre las “Fallas A” y meridional (“Falla M”) condiciona que el cuerpo de tobas volcánicas a partir de la planta 10ª se vaya separando del criadero de forma progresiva. Al Norte de la Cuarcita del Criadero aparecen las Lavas de Techo (diabasas), unas veces en contacto directo y otras separadas por una banda delgada de las Pizarras de Techo. En cualquier caso, este contacto es siempre tectónico, mediante una falla que pertenece al sistema de fallas longitudinales.

En la zona de “Los Masivos”, en su parte sur, los únicos materiales de origen volcánico que hay aparecen en pequeños bloques limitados por fallas. Estos materiales son muy heterogéneos, de predominio tobáceo pero con gran cantidad de material detrítico mezclado. Por el norte hay tantas diabasas como tobas volcánicas. En profundidad, la “Roca Frailesca” prácticamente desaparece, quedando solo las Lavas de Techo. Las Pizarras de Techo se encuentran bien representadas hacia la parte de poniente, sobre todo en las plantas superiores, pero van desapareciendo en profundidad al ir siendo laminadas por fallas longitudinales.

En la zona “Rama Sur”, a muro de la Cuarcita del Criadero, no se conocen materiales volcánicos, salvo algunos pequeños sills equivalentes composicionalmente a las Lavas de Techo. Por el Norte, las rocas se disponen en bandas limitadas por las fallas longitudinales, en las que predominan los materiales volcánicos sobre los detríticos. En la mitad más somera del yacimiento hay sobre todo “Roca Frailesca”, roca que va siendo intruida y sustituida por las diabasas, de tal forma que, a partir de la



FOTO 22.- Planta 14ª de la Mina de Almadén, Rama Sur. Cuñas tectónicas producidas por cizallas antitéticas en una zona afectada por cizallamiento generalizado. Este es otro ejemplo “de libro” de estructuras producidas por deformación por cizalla en alternancias de tipo “multilayer”.

planta 13ª, prácticamente solo quedan éstos últimos materiales.

La mineralización de cinabrio se presenta como una impregnación y relleno fisural de los paquetes cuarcíticos metalizados. Aunque en términos generales el aspecto del mineral se puede considerar semejante en los tres bancos, hay ciertas diferencias texturales entre el del Banco de San Pedro y los que proceden de los otros dos bancos del techo de la Cuarcita del Criadero. Así, mientras en el Banco de San Pedro predomina el mineral de impregnación, en los bancos de San Francisco y San Nicolás el mineral más común es el de relleno fisural. Hay que dejar claro que esto no es una regla general, pues es posible encontrar los distintos estilos de mineralización en todos los bancos. La mineralización en impregnación supone el relleno con cinabrio de la porosidad primaria de la roca, esencialmente los espacios intergranulares. Los rellenos fisurales representan el sellado de la porosidad aportada por el diaclasado producido seguramente por procesos de compactación tardidiagenéticos de la roca cuarcítica. La paragénesis es muy simple, estando constituida por cinabrio como mineral mayoritario que se acompaña de pequeñas cantidades de pirita y mercurio nativo. Prácticamente a nivel de trazas hay cuarzo, dolomita-ankerita, barita y siderita, presentándose estos minerales, con un carácter tardío, junto con pequeños cristales de cinabrio y pirita, los cuales se hallan en fracturas que cortan a los paquetes cuarcíticos mineralizados.



FOTO 23.- Planta 14ª de la Mina de Almadén. La Virgen de la Mina, situada en un nicho de la galería general que da acceso al pozo San Joaquín.

En profundidad la mineralización en los bancos de San Pedro-San Diego y San Francisco alcanzó el nivel de la planta 23ª (600 m), mientras que el Banco de San Nicolás apenas sobrepasó la planta 17ª (425 m). Los minerales más ricos del Banco de San Pedro se hallaban en la “Rama Mina”, siguiendo un supuesto eje con cabeceo al Este que iría desde el Pozo San Aquilino en niveles superficiales, al Pozo San Miguel en niveles profundos. En el caso de los mi-



FOTO 24.- Planta 15ª de la Mina de Almadén. Cinta transportadora en la galería general, la cual ha sido utilizada para la extracción de minerales por el Pozo San Joaquín en la última etapa de explotación de la mina.



FOTO 25.- Planta 15ª de la Mina de Almadén, Zona de Los Masivos. Estructura almohadillada en las Pizarras Intermedias. Este tipo de estructuras sedimentarias se originan por el escape del agua contenida en los sedimentos cuando se produce la litificación. El agua que empapa al sedimento tiende a acumularse en los tramos más arenosos con mayor porosidad, escapando de estos hacia arriba produciendo la rotura y torsión de estos materiales. Estos casos son muy espectaculares en capas de arenas aisladas entre tramos de lodos, como eran en origen el tramo denominado Pizarras Intermedias y cuyo ejemplo es el que se muestra en la foto.



FOTO 26.- Planta 15ª de la Mina de Almadén, Zona de Los Masivos. Mineralización de alta ley del Banco de San Pedro. El tramo pizarroso de la izquierda de la foto corresponde a las Pizarras Intermedias.

nerales de San Francisco y San Nicolás los más ricos se disponían en la zona de “Los Masivos” y “Rama Sur”, siguiendo un teórico eje subvertical situado a poniente del Pozo San Aquilino.

EVOLUCIÓN DE LOS MÉTODOS DE LABOREO EN LA MINA DE ALMADÉN

La larga historia de actividad minera de Almadén ha supuesto una gran diversidad de métodos de laboreo, los cuales se iban usando según avanzaban los conocimientos en las técnicas mineras. Los cambios en los métodos de laboreo se han producido normalmente con el relevo en la dirección de las minas. Por ello, muchos de estos cambios han es-

tado muy personalizados y han conservado nombres propios de ciertos ilustres personajes.

El afloramiento original del criadero de cinabrio debía situarse en la zona “Rama Sur” y debía estar localizado en la zona donde hoy día se hallan los talleres que hay al Oeste del Pozo San Aquilino. El laboreo antiguo, romano y seguramente anterior, debió ser muy superficial y su extracción quedaba limitada al bermellón para pinturas. Durante la Edad Media también se trabajó esta zona y las labores tampoco debieron ser muy importantes y seguramente apenas alcanzaron más allá del nivel de 1ª Planta de la Mina. No hay restos asequibles de las labores de esta época.

A partir del descubrimiento de América y del uso del mercurio a gran escala en la minería de los metales preciosos, fue cuando el laboreo en Almadén cobró una gran importancia. Se continuó trabajando en la “Rama Sur” durante los siglos XVI y XVII, periodo que incluye la época de los Függer, alcanzándose los niveles de la actual planta 5ª, es decir unos 165 m de profundidad. Se trabajó a través de los socavones de la *Mina del Pozo* y de *La Contramina*. En el arranque se utilizaba el *método de hurtos*, que como su nombre indica era un método poco ortodoxo que consistía en ir arrancando mineral según se iba pudiendo, quedando huecos irregulares y desordenados que se iban sosteniendo con abundante madera



FOTO 27.- Planta 17ª de la Mina de Almadén. Vagonetas cargadas con escorias procedentes de la planta metalúrgica, utilizadas para el relleno en los tajos realizados por corte y relleno. Las vagonetas están situadas en una galería transversal que daba acceso a uno de los coladeros por donde se introducían los rellenos a la explotación.



FOTO 28.- Planta 19ª de la Mina de Almadén. Embarque semi-automático de vagonetas en la cortadura de planta 19ª del Pozo San Teodoro.

según demandaba la estabilidad de los hastiales y los techos. Todo parece indicar que se laborearon cuerpos aislados correspondientes a macizos equivalentes a los explotados en esa zona del yacimiento en tiempos recientes, los cuales están formados por fragmentos de los bancos de San Francisco y San Nicolás. Desgraciadamente, no se conservan labores realizadas por este método de hurtos, debido a la propia inestabilidad de estas labores y a los incendios que afectaron varias veces a esa zona. Tan solo se conservan ciertas labores que han servido como infraestructura en tiempos posteriores, como han sido el socavón de la Mina del Pozo (foto 2) y el Pozo San Aquilino (foto 4), el cual era un pozo auxiliar en el extremo de levante de estas labores, llamado *Torno de La Grúa*.

En el año 1697 se descubrió mineral a levante de las labores hasta entonces conocidas, en lo que se llamó la *Mina del Castillo*. La buena calidad de los nuevos minerales y la escasa profundidad a la que se hallaban, contrastaban con la notable profundidad alcanzada por los trabajos en la "Rama Sur" y pérdida de ley, cuando no la esterilización, de los macizos explotados. Estos hechos, unidos a otras muchas razones, llevaron al abandono de esa zona del yacimiento a comienzos del siglo XVIII y a centrar los trabajos en la nueva zona descubierta. Entre 1703 y 1706 se excava un nuevo socavón, el de la Mina del Castillo (fo-

tos 6, 7 y 8). También a comienzos del siglo se abren nuevas galerías que unen el nuevo socavón con el antiguo de la Mina del Pozo. En ese sector también se encuentran mineralizaciones, así como restos de labores más antiguas que da lugar al nombre de *Mina de Las Hoyas*. Todos estos trabajos van a definir lo que va a ser en el futuro la Planta 1ª de la Mina de Almadén.

Con la profundización de los trabajos se hizo necesaria la excavación de pozos. El principal fue el llamado San Andrés, pozo interior que arrancaba a nivel del

socavón del Castillo y que para su servicio se instaló un baritel subterráneo que precisó la excavación de un gran hueco de planta circular y gran altura, recubierto por una impresionante bóveda de ladrillo y piedra, espectacular obra que se conserva hoy día (foto 5). El laboreo de los minerales se siguió haciendo por el método de hurtos y la abundante madera acumulada en los tajos, facilitó el desarrollo y propagación de un importante incendio en 1755 que duró 30 meses. Este incidente causó importantísimos daños en los trabajos existentes, lo



FOTO 29.- (Planta 19ª de la Mina de Almadén, Rama Mina). Pliegues en las alternancias pizarroso-areniscas de las Pizarras de Muro, en la galería de acceso al Pozo San Teodoro.



FOTO 30.- Planta 19ª de la Mina de Almadén, Rama Mina. Sostenimiento combinando cerchas metálicas en U, cuadros de madera y relleno con rollizos. Trabajos realizados para proteger una zona debilitada de las Pizarras de Muro en la galería general de Levante.

que obligó a la clausura de muchos de los hurtos y la reestructuración de las labores. El principal cambio fue la puesta en servicio del Pozo San Teodoro, que pasó a ser el principal de la mina, rango que ha mantenido hasta la década de 1960. Se reconquistaron algunos hurtos afectados por el incendio y se abrieron otros nuevos intentando evitar en lo posible el uso de maderas. En esta época se trabajó en las cuatro primeras plantas de la mina y hay reprofundizaciones mediante tornos que llegaron a lo que sería la planta 5ª.

En el año 1784, el ingeniero de origen alemán Hoppensak cambió el método de explotación introduciendo los

testeros. Este método usaba muy poca madera y, además, comienzan a utilizar sostenimiento mediante arcos de ladrillo. Hoy día se conserva uno de estos tajos accesible por el socavón de la Mina del Pozo (foto 1). A finales del siglo XVIII se trabajaba ya en la planta 5ª de la mina.

El método de testeros se mantuvo hasta 1803, año en que es nombrado director de las minas D. Diego de Larrañaga, importante personaje que diseñó un método específico de explotación para Almadén, el cual llevó el nombre de su creador y que ha sido el utilizado durante más de 100 años. El método consistía en el arranque del mineral por ta-

jos verticales en tres etapas, construyéndose un sostenimiento a base de muros de mampostería y arcos de ladrillo según avanzaba el arranque (figura 1). Mediante este método se explotó un importante sector de la que más tarde se ha dado en llamar la "Rama Mina", concretamente las plantas de 5ª a 12ª. La introducción del método de Larrañaga supuso una revolución absoluta en el arte del laboreo de la mina, ya que planificaba y regularizaba los trabajos y aseguraba un ritmo de producción más o menos constante. Para dar servicio a los tajos se tuvo a San Teodoro como pozo principal y se acondicionaron y profundizaron como pozos auxiliares uno a levante, el Pozo San Miguel, y otro a poniente, el antiguo Torno de La Grúa que se rebautizó como *Pozo San Aquilino*. Trabajos realizados por el método de Larrañaga son actualmente accesibles en la planta 5ª de la mina (fotos 9 y 10).

A comienzos del siglo XX se comenzaron a usar los rellenos en los trabajos de explotación. En el año 1914, cuando se estaba trabajando entre las plantas 11ª y 12ª, se realizó la sustitución del método de Larrañaga por el de corte y relleno. Este ha sido el método más ampliamente usado en la mina de Almadén, alcanzándose con él hasta la Planta 21ª (fotos 15, 20, 27 y 31). En principio los tajos fueron de 25 metros de altura, llevándose así la explotación hasta la Planta 15ª. La infraestructura de pozos se mantuvo en principio como estaba, con San Teodoro como principal y San Aquilino y San Miguel como pozos auxiliares.

A mediados del siglo, concretamente en 1955, se produjo un lamentable accidente en el Pozo San Aquilino debido a las malas condiciones en que se encontraba por debajo de la planta 9ª, lo que supuso el cierre de dicho pozo, en primer momento por debajo de dicha planta. Este hecho hizo necesario el planteamiento de la construcción de un nuevo pozo en la parte de poniente, comenzando la construcción del Pozo San Joaquín a finales de esa década y que entró en servicio en 1961. Coincidiendo con este cambio, se produjo una importante reestructuración global de la mina que se prolongó durante toda la década de los años 1960. Por un lado se aumentó la altura de los tajos a 50 metros, dejándose de construir las plantas pares por debajo de la 15ª. También se cambió el sistema de arrastre y embarque de minerales en el interior (foto 28) y se ensancharon, reforzaron y profundizaron

los pozos San Teodoro y San Miguel. En el primero de ellos se instaló una nueva máquina de extracción y el segundo se dejó exclusivamente para ventilación, colocándose en él potentes ventiladores aspirantes. Con esta nueva infraestructura se explotaron por corte y relleno la parte comprendida entre las plantas 15ª y 19ª.

En la década de los años 1960 se vuelve a la "Rama Sur", investigándose las posibilidades de mineral por debajo de los trabajos abandonados a comienzos del siglo XVIII. Los resultados fueron positivos, explotándose a finales de esa década y en los 1970 varios tajos por corte y relleno entre las plantas 12ª y 13ª (la llamada "La Incubadora") y entre 7ª y 9ª (fotos 12, 14, 15 y 17).

A finales de los años 1970 se desarrollaron las plantas 21ª y 23ª, introduciéndose palas neumáticas para el movimiento de tierras en el interior, aunque se mantuvo el método de corte y relleno para el arranque del mineral. También en esa década se construyó un plano inclinado que une las plantas 19ª con la 21ª y la 23ª, evitándose de esta forma la profundización de los pozos San Teodoro y San Miguel.

En 1981 tuvo lugar el último cambio en el método de producción, implantándose el método de VCR con barrenos largos, mediante el cual se explotaron varias cámaras en las plantas 21ª y 23ª. Para los movimientos de tierras comenzaron a utilizarse palas diesel de perfil bajo. Para la extracción se realizó una profunda transformación del Pozo San Joaquín (foto 33) con la sustitución de la máquina de extracción por una nueva de fricción para mover un skip de carga, la instalación de una quebrantadora primaria en la planta 25ª, y la construcción de una estación de carga por debajo de dicho nivel. En esa década de los 1980 se prepara la también la explotación de la "Rama Sur", creándose una importante infraestructura consistente en la excavación de una chimenea de ventilación mediante "raise-boring" desde la planta 14ª hasta la superficie (Chimenea Robbins); la construcción de una rampa helicoidal desde la planta 14ª hasta un subnivel por debajo de la planta 9ª (foto 18); la instalación de una cinta transportadora y estación de carga en la cortadura de planta 15ª en San Joaquín (foto 24); y diversas galerías de acceso, de cabeza y base necesarias para la explotación por barrenos largos (foto 19). En esta zona solo se explotó una cámara entre las plantas 5ª y 9ª, accediéndose a ella desde



FOTO 31.- Planta 19ª de la Mina de Almadén, Rama Mina. Mineralización de alta ley del Banco de San Pedro, en el techo de una explotación por el método de corte y relleno. El frente corresponde al resto de un "deslave", como se llamaba a la retirada del último tajo del realce que ya daba al piso de la planta superior. Se conservan restos de la sujeción del techo del anterior realce mediante bulones y mallazo.

el Pozo San Teodoro, pero realizándose la extracción por San Joaquín por la infraestructura comentada.

En 1987 se paralizaron los trabajos en la Mina de Almadén, volviéndose a iniciar en 1997 y que se han prolongado hasta junio de 2001. Este último periodo de actividad se ha centrado en la "Rama Sur", aprovechando la infraestructura ya realizada. Se han arrancando minerales del 3º Macizo entre el subnivel de 9ª y 12ª planta. La mina por debajo de planta 21ª ha sido abandonada definitivamente, manteniéndose abierta hasta esos niveles por encontrarse la estación de bombeo de aguas a ese nivel.

EPÍLOGO

Como se ha podido apreciar a lo largo de la exposición realizada, múltiples ejemplos de casos excepcionales de varias materias se hayan expuestos en las galerías de la Mina de Almadén. En el ámbito de las Ciencias Geológicas la mina constituye un PIG (*Punto de Interés Geológico*) de primera magnitud, con hechos tan relevantes que pueden ser considerados como exclusivos de este yacimiento. Respecto a la minería, la diversidad de métodos utilizados, muchos de ellos visitables y otros acondicionables con obras no muy importantes, son



FOTO 32.- Planta 19ª de la Mina de Almadén. Sill y dique de rocas subvolcánicas afectado por cizallamiento. Este es un ejemplo espectacular que se encuentra en la galería general de poniente, en el que se puede ver el comportamiento que tiene un cierto elemento litológico ante la deformación por cizalla, no sólo en función de su competencia con el resto de rocas, sino también en función de su orientación.



FOTO 33.- Planta 21ª de la Mina de Almadén. Embarque en la cortadura de la Planta 21ª del Pozo San Joaquín.

un verdadero tratado de las artes del beneficio de minas. Los trabajos realizados por el método de Larrañaga no tienen nada que envidiar a obras tan emblemáticas y espectaculares como el Acueducto de Segovia o cualquier catedral románica. La pérdida de este vasto patrimonio por un cierre definitivo precipitado de la mina sería algo imperdonable.

Resulta evidente que tener la mina abierta es una labor tremendamente cos-

tosa, ya que simplemente el bombeo de las aguas y el mantenimiento de los pozos suponen cantidades de varios cientos de miles de Euros al año. Desde un punto de vista particular, hay que decir que no es justo obligar a una empresa, cuya finalidad es y debe ser lucrativa, a correr exclusivamente con este tipo de gastos. En este momento deben ser las instituciones públicas las que deben tomar cartas en el asunto y aportar fondos

que faciliten el cambio de filosofía de esta gran mina. Evidentemente la gestión de un “monumento” como la Mina de Almadén no debe ser llevada a cabo por manos ajenas al sector minero, tal y como ocurre con las catedrales, que son gestionadas por la Iglesia Católica, o con los grandes museos, que son gestionados por fundaciones o entes creados específicamente para ellos. En este sentido, la reciente creación de una fundación que se encargará de la gestión y mantenimiento del patrimonio de la empresa Minas de Almadén, es un primer paso de gran importancia para el futuro. Pero esta fundación no puede olvidar que el principal tesoro que tiene que gestionar es la propia Mina de Almadén.

