

(Editores)
Rodrigo Álvarez García
Almudena Ordóñez Alonso

RECURSOS MINERALES Y MEDIOAMBIENTE: UNA HERENCIA QUE GESTIONAR Y UN FUTURO QUE CONSTRUIR

LIBRO JUBILAR
DEL PROFESOR
JORGE LOREDO



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

2020

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

HOMENAJES

Rodrigo Álvarez García
Almudena Ordóñez Alonso
(editores)

*Recursos minerales y
medioambiente: una herencia
que gestionar y un futuro
que construir*

LIBRO JUBILAR
DEL PROFESOR
JORGE LOREDO



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

2020



Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada (by-nc-nd): No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.



Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, bajo las condiciones siguientes:



Reconocimiento – Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el licenciador:

Álvarez García, Rodrigo; Ordoñez Alonso, Almudena (editores). (2020). *Recursos minerales y medioambiente: una herencia que gestionar y un futuro que construir. Libro jubilar del profesor Jorge Loredo*. Universidad de Oviedo.

La autoría de cualquier artículo o texto utilizado del libro deberá ser reconocida complementariamente.



No comercial – No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin obras derivadas – No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

© 2020 Universidad de Oviedo

© Los autores

Algunos derechos reservados. Esta obra ha sido editada bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional de Creative Commons.

Se requiere autorización expresa de los titulares de los derechos para cualquier uso no expresamente previsto en dicha licencia. La ausencia de dicha autorización puede ser constitutiva de delito y está sujeta a responsabilidad.

Consulte las condiciones de la licencia en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>



Esta Editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional

Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo

Edificio de Servicios - Campus de Humanidades

33011 Oviedo - Asturias

985 10 95 03 / 985 10 59 56

servipub@uniovi.es

www.publicaciones.uniovi.es

ISBN: 978-84-17445-95-9

DL AS 1451-2020



Jorge Loredo Pérez

Índice

PRÓLOGO	13
<i>Santiago García Granda, Rector de la Universidad de Oviedo</i>	

SEMBLANZA PERSONAL

Bosquejo a vuelapluma de Jorge Loredo Pérez, alumno, colega, colaborador y, sobre todo, amigo entrañable	17
<i>J. García-Iglesias.</i>	
Jorge Loredo: un compañero de viaje y un maestro de vida.....	21
<i>N. Roqueñí.</i>	
Casi un cuarto de siglo trabajando con Jorge: una experiencia de vida.	25
<i>A. Ordóñez.</i>	
Jorge Loredo: un gran hombre, un gran científico, un gran maestro y, ante todo, una gran persona.....	29
<i>M. I. Rucandío.</i>	

ARTÍCULOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

¿Se está gestando una nueva crisis del petróleo?.....	33
<i>I. Álvarez.</i>	
Mineralogía, textura y geoquímica de depósitos minerales y residuos mineros: una herramienta de interés en estudios de contaminación de suelos.....	45
<i>R. Álvarez, J. Álvarez-Quintana y A. Ordóñez</i>	
Drenaje ácido de minas en la Faja Pirítica Ibérica: Geoquímica, tratamiento pasivo y sus residuos en una economía circular	59
<i>C. Ayora, S. Orden, F. Macías y J. M. Nieto</i>	

Mineralogía magnética aplicada al estudio de los yacimientos; repaso sobre el magnetismo de los minerales y ejemplos de aplicación: el metasomatismo ferrífero de la dolomía encajante de las mineralizaciones Zn-Pb-Ba de La Florida e historia de los «gossans» de la Faja Pirítica Ibérica.....	71
<i>L. Barbanson y M. Essalbi</i>	
Nuevo método de cálculo de recursos y reservas minerales para cuerpos minerales de forma tabular – Aplicación al proyecto Carlés	83
<i>C. Castañón, A. Martín-Izard, I. Diego y D. Arias</i>	
Determinación de niveles de fondo y referencia de elementos traza en suelos: un enfoque metodológico avanzado	93
<i>E. Chacón, A. Callaba, P. Fernández-Canteli, F. Barrio-Parra, M. Izquierdo-Díaz y E. de Miguel</i>	
Historia de las aguas minerales y termales	105
<i>M. M. Corral, M. E. Galindo, J. Á. Díaz, C. Ontiveros y J. M. Fernández.</i>	
Mobility of Thallium and other trace elements in mine drainage waters from two carbonate-hosted Lead-Zinc ore deposits in the northeastern Italian Alps	115
<i>S. Covelli, E. Pavoni, N. Barago, F. Floreani, E. Petranich, M. Crosera, G. Adami & D. Lenaz</i>	
Comentarios heterodoxos sobre el cambio climático	129
<i>J. R. Fernández</i>	
The INCHaPA project: methodology for the study of historic quarries associated with the architectural heritage.....	141
<i>J. Fernández, E. Álvarez, J. M. Baltuille & J. Martínez</i>	
Metodologías de fraccionamiento secuencial como herramienta útil para la evaluación de la movilidad de mercurio y arsénico y su impacto en la cuenca minera de Asturias.....	153
<i>R. Fernández-Martínez, A. Ordóñez, R. Álvarez e I. Rucandio</i>	
Recursos geotérmicos en Asturias	167
<i>C. García de la Noceda</i>	
Análisis de la presencia de mercurio en diferentes compartimentos ambientales del estuario del río Nalón como consecuencia de la minería..	179
<i>E. García-Ordiales, N. Roqueñí, P. Cienfuegos, S. Covelli y L. Sanz-Prada</i>	
Contribución al conocimiento de la geología económica en la cuenca del río Esva.....	193
<i>S. González-Nistal, R. Álvarez y F. Ruíz</i>	

Escombreras asociadas a minería de sulfuros: pasivo ambiental y potencial activo económico desde una perspectiva de minería circular	205
<i>J. A. Grande, J. M. Dávila, J. C. Fortes, M. Santisteban, A. M. Sarmiento, F. Córdoba, M. Leiva, M. L. de la Torre, A. Jiménez, J. Díaz-Curiel, B. Biosca, A. T. Luís, N. Durães, E. A. Ferreira da Silva, M. J. Rivera, J. Aroba, B. Carro, J. Borrego y J. A. Morales.</i>	
Mercurio en Almadén – datos recientes (2000-2020) sobre su presencia en el medioambiente y sus implicaciones.....	219
<i>P. L. Higuera, J. M. Esbrí, E. García-Ordiales y J. D. Peco</i>	
Evaluación medioambiental temprana de riesgos a la salud, a la seguridad y al propio medioambiente por proyectos geo-energéticos	245
<i>A. Hurtado y S. Eguilior</i>	
European dimension of the social license to operate in mining.....	257
<i>K. Komnitsas</i>	
El cambio climático, las tecnologías limpias y la minería	265
<i>J. F. Llamas</i>	
Las aguas subterráneas y los acuíferos: su carácter estratégico en escasez y periodos de sequía.....	277
<i>J. Antonio López-Geta</i>	
Comportamiento del agua de mina en instalaciones geotérmicas: Análisis de un caso particular	297
<i>C. Loredó</i>	
Una tecnología para reducir las emisiones: el almacenamiento geológico de CO ₂	309
<i>R. Martínez Orío y P. Fernández-Canteli</i>	
Perspectivas sobre reducción de emisiones de mercurio originadas en la producción de energía	321
<i>M. R. Martínez Tarazona, M. A. López Antón y R. García</i>	
Almacenamiento de energía térmica y eléctrica en minas subterráneas cerradas: situación actual y balances de energía	333
<i>J. Menéndez</i>	
Contribución del yacimiento de Carlés a la mineralogía española	345
<i>M. Mesa</i>	
La descarbonización de las industrias minerales en el Principado de Asturias	357
<i>A. Olay</i>	

Notas sobre liderazgo	367
<i>J. C. Rodríguez-Ovejero</i>	
Viabilidad económica ambiental para la recuperación o reducción del consumo de agua de plantas de procesamiento de oro	377
<i>J. Soto, J. Melendez y P. Cienfuegos</i>	
La explotación minera del karst fósil en la sierra del Aramo: del Calcolítico al siglo xx	391
<i>M. Suárez</i>	

LA EXPLOTACIÓN MINERA DEL KARST FÓSIL EN LA SIERRA DEL ARAMO: DEL CALCOLÍTICO AL SIGLO XX

Manuel Suárez Fernández

Doctor Ingeniero de Minas. Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales. Universidad de Oviedo. Miembro del grupo de investigación «Minería Prehistórica del cobre en el Noroeste de la Península Ibérica».

RESUMEN

La Sierra del Aramo, en su sector meridional, ha sido objeto de una actividad extractiva, hoy desaparecida, cuyo objeto fueron, además de los filones, las menas metálicas contenidas en los rellenos kársticos. Las abundantes cavidades moldeadas por el agua, que frecuentemente permanecen libres de sedimentos en las numerosas cuevas o simas, aparecen también colmatadas por minerales de cobre y hierro que fueron objeto de explotación minera. El aprovechamiento de estos depósitos, en el caso del mineral de cobre de la Mina del Aramo, fue objetivo de los mineros prehistóricos y tanto por su dimensión como por la utilización de la mina como espacio funerario la convierten en uno de los casos más notorios de la minería en la Edad de Cobre en Europa. La explotación moderna comienza en la última década del siglo XIX y tras años de inactividad, se reanudaron los trabajos en los años cincuenta para paralizarse definitivamente en los años sesenta. Las explotaciones de hierro en el Aramo fueron breves, los primeros años de la segunda mitad del siglo XIX, y ninguna de las minas alcanzó proporciones relevantes.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre las mineralizaciones metálicas en el Aramo comienzan con la publicación por Adrien Paillete (1809-1858) de los «Estudios químicos-mineralógicos sobre la caliza de montaña (caliza metalífera o carbonera) de Asturias» en la *Revista Minera* (1855). En el apartado del Aramo, se centra en las explotaciones de minerales de hierro, aunque hace alusión a «... encima del pueblecito de Llamo, labores sumamente antiguas en un criadero cobrizo». Tuvieron que pasar más de cien años para que aparecieran nuevas publicaciones: Landeta y Solans (1981), Paniagua *et al.* (1988) y Loredó *et al.* (2007), estos trabajos dedicados exclusivamente a los yacimientos del cobre.

El aprovechamiento minero del karst fósil (Fig. 1) en la Cordillera Cantábrica ha sido frecuente, fundamentalmente en minerales de hierro y manganeso. También abundan las mineralizaciones de cobre en la caliza de montaña entre las que sobresale, además del Aramo, la Mina El Milagro (Onís). El interés, en el caso que nos ocupa, reside en que en un espacio de apenas dos kilómetros coexiste una minería en dos tipos de yacimiento, con métodos de explotación particulares y explotados en épocas diferentes, caracterizada por el beneficio de minerales metálicos que rellenan las cavidades excavadas por el agua en la caliza.



Fig. 1. Karst fósil en el Aramo (Los Veneros)

2. LA MINERÍA DEL HIERRO

La incorporación de Adrien Paillete a la dirección de la Sociedad Minera Lenense Asturiana en 1848 impulsó el conocimiento y la explotación de los yacimientos de hierro en las cercanías de las instalaciones de la Compañía. Cuatro fueron las minas, localizadas en la vertiente SE de la Sierra del Aramo, en las que hubo alguna actividad (Fig. 2)

Mina Bizarrera. Es la más importante del conjunto y se encuentra en el valle de los Veneros, por debajo de la carretera que une el Alto de la Cobertoria y el Gamoniteiro. Se ha explotado una bolsada formada en un filón de dolomía de dirección NO, con mineral en forma botroidal. El contenido de óxido férrico es del 43% (Paillette, 1855). En el filón se identifican minerales de cobre, fundamentalmente malaquita.

Camparredonda. Es un valle muerto karstificado con forma de embudo por el que se sumen las aguas pluviales. En el fondo se ha formado un depósito de cantos rodados de mineral de hierro, que los ganaderos del Aramo



Fig. 2. Detalle del plano de Paillette y Bézard (1849) con los yacimientos de hierro en el Aramo

confunden con meteoritos, y que contienen un 70% de peróxido de hierro (Adaro y Junquera, 1916)

Mina Francisca. Es una sima fósil, oblicua, de unos cuatro metros de diámetro. En sus comienzos se obtuvo un mineral oxidado de una calidad excelente, pero al profundizar la explotación fueron apareciendo sulfuros, lo que muy probablemente llevó a la paralización de la mina. El contenido en óxido férrico mezclado con manganeso era del 75% (Paillette, 1855). Esta mina, con el nombre de *Mina Panadiella*, junto con el depósito de Camparedonda, fue objeto de una reseña que Noel Llopis publicó en la revista *Speleon*: «Dicha mina explotó pues una sima fósil, correspondiente a una fase de karstificación, evidentemente muy antigua, tal vez precuaternaria» (Llopis, 1955).

Mina Pico Villoriz. Se encuentra en la vertical por encima de la mina de cobre del Aramo y explotó la concesión Lucila, propiedad, como las anteriores, de la Sociedad Minera Lenense Asturiana. El yacimiento es un pozo irregular de grandes dimensiones relleno de mineral con un contenido en óxido de hierro del 70% (Paillette y Bézard, 1849).

Los minerales eran transportados mediante carros hasta un alto horno situado en Riabona, valle del río Naredo, para lo cual se construyó un camino, denominado *La Calza'l Fierro*, que parte de la Mina Francisca, pasa por el Mayau Espines y desciende al fondo del valle donde se encontraba el establecimiento metalúrgico. El camino, de unos 6 km entre las cotas 1300 m y 450 m es fácilmente identificable en la actualidad sobre todo en su parte más elevada. El alto horno, que comenzó a tratar mineral en el año 1872, no debió de obtener buenos resultados ya que dejó de funcionar al poco tiempo (Adaro y Junquera, 1916).

3. LA MINERÍA DEL COBRE: LA MINA DEL ARAMO

El yacimiento está encajado en la caliza de montaña y se localiza, cercano al pueblo de Llamo, en el entorno de la falla del Aramo, que está orientada E-O y es del tipo de desplazamiento de rumbo (levógiro). Se formó en una fase póstuma de la orogenia Hercínica.

El depósito de Cu es una mineralización epitermal relacionada con la circulación de fluidos a través de la falla a temperaturas de 90-130 °C (Paniagua *et al.*, 1988). El fluido hidrotermal, de origen magmático, transportó a la superficie los metales implicados: cobre, cobalto y níquel.

El mineral se dispone fundamentalmente en vetas de pocos centímetros que recorren los filones de dolomía. Estos se integran en dos grupos que se cruzan: el primero de ellos, paralelo a la falla del Aramo (orientación E-O), está formado por los filones Metastur, Cinco, Santa Bárbara y San Pedro, mientras que el segundo es paralelo al cabalgamiento del Aramo (orientación N-S) y lo forman los filones San Felipe y San Pedro. Se ha explotado la zona de oxidación formada por carbonatos y óxidos de cobre.

Como yacimiento secundario están los depósitos mineralizados en las simas kársticas. En el informe elaborado por el ingeniero H. Blumenan para la Aramo Copper Mines, pocos años después del descubrimiento de la mina, se describe su formación con estas palabras: «Aparte de los filones se presentan en el Aramo las bolsas de las que tanto se ha hablado, constituidas por una masa arcillosa que contiene minerales de cobre. Estas bolsas se encuentran siempre en los filones, nunca fuera de los mismos, lo que demuestra cierta relación entre ellos. La explicación de este fenómeno es que las aguas han penetrado en las grietas de los filones por ser el camino más fácil. Así, poco a poco, por una lixiviación del material filoniano, y principalmente de la caliza encajante se han ido formando cuevas o cavidades que se han ido rellenando con los finos insolubles transportados por el agua» (Blumenan, 1907).

Tres son las grandes simas encajadas en el sistema filoniano:

El Primer Pozo. Aflora a 1226 m como dos pozos en un avanzado estado de coalescencia. Se desarrolla en el filón Santa Bárbara y llega a tener unos 10 m de diámetro. Ha tenido una gran importancia en la minería prehistórica como depósito de mineral y acceso desde el exterior para la explotación del filón Santa Bárbara.

Pozo San Alejandro. Es el lugar más profundo con restos de actividad prehistórica (1101 m). Está asociado al filón del mismo nombre (Fig. 3).

Pozo San Alfonso. El más septentrional de ellos, transcurre a lo largo del filón Cinco y su importancia prehistórica radica en su uso como acceso al filón San Felipe. En profundidad es probable su continuidad en el *soplao* El Pozo, sobre el filón Metastur.

La importancia que estos Pozos han tenido en los inicios de la explotación moderna se manifiesta en que sus nombres se refieren a las dos personalidades en ese momento: Pozo San Alejandro (Van Straalen) y Pozo San Alfonso (Dory).

Las simas pertenecen al mismo «aparato kárstico» (Llopis, 1970) caracterizado por tener la misma surgencia: La Gran Fuente de Llamo.

3.1. La minería prehistórica

En la mina del Aramo y desde el tercer milenio antes de Cristo, los mineros prehistóricos conocieron y beneficiaron todos los filones existentes en su área y supieron aprovechar las ventajas que les proporcionaban las simas y los tubos kársticos. No resulta fácil aventurar una hipótesis que explique cómo lograron esa deliberada conjunción entre huecos naturales y labores mineras, pero es patente que consiguieron sus propósitos: una gran economía de excavación en la caliza compacta y una intensa ventilación en los frentes de trabajo que permitiría el uso de la torrefacción. A la vez que sistemáticamente explotaron el yacimiento filoniano, generalmente con la ayuda del fuego, perseguían los re-



Fig. 3. «Soplo» (Primer Pozo)

llenos de los karst que requerían mucho menos esfuerzo «La arcilla que rellenaba todos los huecos de la roca, bastante frecuentes y algunos de grandes dimensiones, no se quitaba con los instrumentos de asta o de piedra que reemplazaban a nuestros picos y picachones, sino que se arrancaba a mano, como lo evidencian en la misma arcilla las impresiones de millares de dedos de todas dimensiones, desde los más pequeños hasta el pulgar de magnitud doble que la que tiene la de un obrero de nuestro tiempo» (Dory, 1893).

El karst fósil no solamente es un preciado almacén de minerales de alta ley que se pueden arrancar con facilidad, es también, con frecuencia, una comunicación con el exterior labrada por la naturaleza y que fue aprovechada por los antiguos mineros. Es útil simplificar el entramado de galerías dividiendo la mina del Aramo en tres sectores que corresponden a tres fases diferenciadas en la evolución de la mina prehistórica (figura 4). En cada uno de ellos, las galerías conducen a una sima kárstica con lo que consiguen lo que, en la minería moderna, es la característica esencial de estas divisiones de las labores: un circuito de ventilación independiente. Esta disposición, que debemos entender como deliberada, se explica cuando consideramos que la mina, para aquellos explotadores, no solamente les proporcionaba riquezas minerales, sino que también era donde depositaban los cadáveres como ofrendas a las divinidades en pago a los minerales arrebatados. Compatibilizar los trabajos mineros con un espacio funerario exige que el aire que recorre los cuerpos en descomposición no acceda a los frentes de trabajo, lo que consiguieron utilizando las simas como chimeneas de ventilación que

conducen el aire viciado al exterior e independizan las áreas de trabajo. Explotaron en primer lugar el Sector San Alfonso, posteriormente cuando explotaron el Sector San Alejandro utilizaron el Sector San Alfonso como recinto funerario y finalmente cuando los trabajos se trasladaron a los filones verticales, Sector Santa Bárbara, depositaron los cadáveres en San Alejandro (Fig. 4).

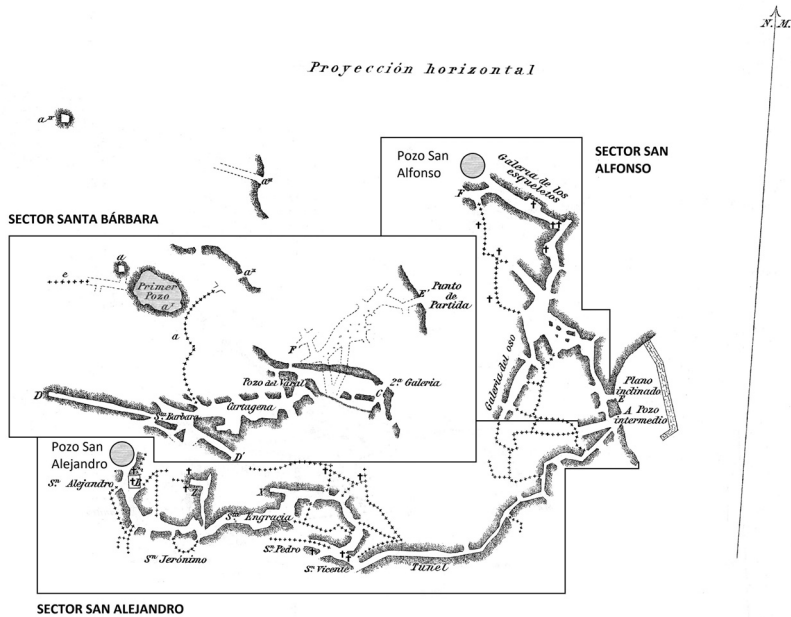


Fig. 4. Sobre el Plano de Dory, los sectores de la mina y la sima kárstica a la que se conectan

3.2. La minería moderna

La explotación de los *soplaos*, término con el que se conoce en el argot minero a los karsts, también fue objetivo preferente de la minería moderna en la explotación de yacimientos de cobre en rocas carbonatadas. Uno de los ejemplos más curioso sucedió en la Mina El Milagro (Cangas de Onís) cuando una bomba de la aviación, en 1937, puso al descubierto mineral de cobre. «La bolsada descubierta se continuó en profundidad en forma de una torre o cilindro vertical de seis metros de diámetro y doce de altura de la cual se obtuvo una gran cantidad de mineral, en casi su totalidad hidratos de cobre de una riqueza extraordinaria» (Hevia 1959).

En 1948 se reanudan las explotaciones en las Minas del Aramo, que hasta entonces habían consistido fundamentalmente en labores de preparación. Es cuando en el fondo del Pozo San Alfonso se identifica el filón Metastur. Se trata de una mineralización de alta ley, pero escaso desarrollo horizontal y en la que unos 100 m por debajo de su inicio aparece un *soplaio* colmatado de mineral, que denominaron *El Pozu*. Como en casos anteriores el karst

se localiza en el filón y el mineral, en forma de bolos, se encuentra rodeado de arcillas y óxidos de decalcificación. La facilidad en el arranque y la ley del mineral hizo su explotación prioritaria hasta el punto de que el avance fue mucho más rápido que en el «filón rico» y el frente adelantó a la preparación obligando a explotar en «despile», tal como se recoge en el plano de las labores (Fig. 5). Los mineros aún recuerdan que se construyeron andamios a través de los que se elevaba el pesado mineral formado por bolos de carbonatos de cobre y arcillas saturadas de agua. A pesar de lo penoso de la operación, el vaciado del karst fósil era mucho más ventajoso que la explotación del filón rico adyacente.

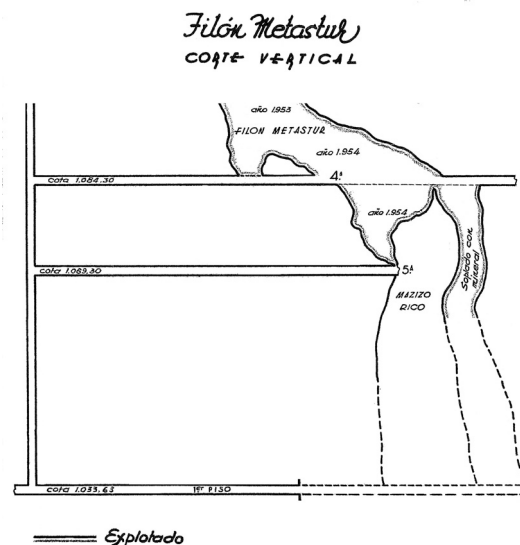


Fig. 5. Explotación del soplo con mineral en Metastur. El frente de trabajo va por delante de la explotación del macizo rico y de las galerías de extracción

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adaro, L., Junquera, G., 1916. Criaderos de hierro en España. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, Tomo II: 367-371.
- Blas, M. A. de, Suárez, M., 2010. La Minería subterránea del cobre en Asturias: un capítulo esencial en la Prehistoria reciente del norte de España. En: *Cobre y Oro. Minería y metalurgia en la Asturias prehistórica y antigua*. R. I. D. E. A., pp. 43-82.
- Blumenan, H., 1907. Memoria sobre las minas del Aramo. Manuscrito inédito e incompleto. Legado Patac, Escuela de ingeniería de minas, energía y materiales, Universidad de Oviedo.
- Dory, A., 1893. Las minas antiguas de cobre y cobalto del Aramo descubiertas por el ingeniero Sr. Van Straalen. *Revista Minera y de Ingeniería*, 1463: 332-337 y 1466: 361-366.
- Hevia, T., 1959. *Las minas metálicas de Asturias*. Conferencias de Economía Asturiana III. Instituto de Estudios Asturianos, 57 p.

- Landeta, F., Solans, J., 1981. Procesos supergénicos en la mina de cobre del Aramo. *Boletín Geológico y Minero*, 92: 429-436.
- Loredo, J., Álvarez, R., Ordóñez, A., Bros, T., 2007. Mineralogy and geochemistry of the Texeo Cu-Co mine site (NW Spain): screening tools for environmental assessment. *Environmental Geology*, 55: 1299-1310.
- Llopis Lladó, N., 1955. Karst fósil en las vertientes SE. del Aramo (Riosa). *Speleon*, VI: 226.
- Llopis Lladó, N., 1970. *Fundamentos de hidrogeología cárstica*. Ed. Blume. Madrid, 68 p.
- Paillette, A., 1855. Estudios químicos-mineralógicos sobre la caliza de montaña (caliza metalífera o carbonera) de Asturias. *Revista Minera*, 6: 289-305.
- Paillette, A., Bézard, E., 1849. *Coup d'Oeil sur le gisement et la composition chimique de quelques minerals de fer de la province des Asturies*. Bulletin de la Société Géologique de France, VI: 575.
- Paniagua, A., Loredo, J., García-Iglesias, J., 1988. Epithermal (Cu-Co-Ni) mineralization in the Aramo mine (Cantabrian mountains, Spain): correlation between paragenetic and fluid inclusion data. *Bulletin de Minéralogie*, 111: 383-391.