

BREVE CURSO DE MINERÍA

Eddy Omar Luis Lavandaio

Mendoza, 2005

BREVE CURSO DE MINERÍA

INTRODUCCIÓN

La Argentina, cuyo nombre alude a las minas de plata, desde los tiempos de la colonización española tuvo la intención de ser un país minero, intención que se sostuvo hasta las primeras décadas de la vida independiente. Pero, desde fines del siglo XIX desarrolló un modelo económico agro-ganadero, fundamentalmente basado en las formidables condiciones de la Pampa Húmeda, una región envidiable a nivel mundial por su capacidad de producción. Este exitoso modelo, lógicamente, creó una paralela "cultura agro-ganadera" en la comunidad, y la vieja "cultura minera" se fue perdiendo a través del tiempo, hasta desaparecer, de tal modo que la población argentina carece hoy en día de los conocimientos más elementales acerca de cómo es y cómo funciona la minería, y particularmente, la incidencia que tiene el aprovechamiento industrial de los minerales en la vida actual de los seres humanos. Vale la pena agregar que la asignatura "Mineralogía y Geología" que se dictaba en todos los colegios desapareció de los planes de estudio hace más de cincuenta años.

Por obra de los vaivenes propios de la política o por la evolución de las condiciones económicas, una década atrás, la clase política dirigente se puso de acuerdo en promover la inversión en minería y abrir las fronteras del país a las empresas mineras internacionales. Se produjo un verdadero aluvión de empresas que llevaron a cabo inversiones de riesgo en yacimientos y en áreas potencialmente favorables, principalmente en la Región Andina y en la Patagonia. Como resultado de ese proceso, se pusieron en producción algunas nuevas minas que, en poco tiempo crearon miles de puestos de trabajo y multiplicaron el valor de las exportaciones de origen minero, a la vez que se avanzó en la exploración y estudios de factibilidad de otras minas.

Sin embargo, apenas comenzado este nuevo siglo, se presentaron algunos inconvenientes y algunos cuestionamientos a proyectos mineros que alcanzaron repercusión pública. Sin hacer juicios de valor, estos hechos han puesto de manifiesto, entre otras cosas, el déficit de conocimientos sobre la actividad minera a nivel general y la falta de comunicación por parte de los actores hacia la comunidad.

Espero que este breve curso sirva para aportar un mínimo de información acerca de esta actividad extractiva que, con su desarrollo, permitió el progreso de la humanidad hasta el nivel que hoy disfrutamos.

Eddy Lavandaio

TEMA 1 - GENERALIDADES

QUÉ SON LOS MINERALES?

En general, el **reino mineral** está integrado por las sustancias inanimadas que componen nuestro planeta. Casi siempre son compuestos químicos inorgánicos que están formados por una combinación de dos o mas elementos químicos (la calcita, por ejemplo, es una combinación de calcio, oxígeno y carbono), aunque hay algunos constituidos por uno solo (como el azufre, el oro o el grafito) y también unas pocas sustancias químicas orgánicas como los hidrocarburos.

Algunas veces - pocas - los minerales se presentan con formas cristalinas muy vistosas y llamativas (cristales de cuarzo, calcita, piritita, turmalina) que son las que comúnmente vemos y admiramos en los museos de mineralogía. .

Otras veces - la gran mayoría - se ven como simples agregados que componen las rocas, esos materiales que forman la parte sólida del planeta, sobre los que vivimos y transitamos.

El agua también es una sustancia mineral y, por su estado comúnmente líquido, tiene la particularidad de contener otros minerales en solución. El agua de mar es la que los contiene en mayor proporción.

PARA QUÉ SIRVEN LOS MINERALES?

El progreso del hombre y de la sociedad está indisolublemente unido al uso de los minerales. En la medida en que el ser humano fue aprendiendo a valerse de los minerales para su vida cotidiana fue desarrollando la inteligencia que lo caracteriza y llegó a la industrialización de estas sustancias, en forma cada vez mas variada y compleja.

Tal vez lo primero que haya hecho el hombre primitivo con las piedras es usarlas como proyectiles, para cazar o para defenderse, y para dar golpes, a manera de martillo. La simple tarea de apilar una piedra sobre otra para hacer un pared debe haber sido un hecho posterior.

Después aprendió a valerse de ciertas piedras que se podían "cantear" produciendo bordes filosos, como el pedernal, la calcedonia, el ágata, para confeccionar sus primeras herramientas y armas de caza, como puntas para flechas y lanzas, hachas y cuchillos. Con otras piedras duras y coherentes como los pórfidos y los granitoides confeccionó mazas y primitivos morteros y otros dispositivos para la trituración y molienda. El pedernal y otras rocas silíceas que producen chispas al rozarse, le permitieron encender fuego.

El manejo del fuego tuvo una gran importancia y puede considerarse el comienzo de la industrialización, porque permitió entre otras cosas el desarrollo de la alfarería, "cocinando" piezas hechas con barro (arcillas con agua) de formas y tamaños cada vez mas variados, fabricando recipientes y otros elementos muy útiles. El mismo fuego sirvió mas adelante para descubrir que calentando cierto tipo de minerales se podían obtener metales como el oro, la plata, el cobre y el estaño. Con la mezcla de estos dos últimos se obtuvo el bronce, una aleación que revolucionó el mundo y permitió desarrollar la industria metalúrgica, fabricando gran variedad de manufacturas.

Después se desarrolló la industria del acero, una aleación mucho mas dura y resistente que el bronce, hecha con minerales de hierro y carbón mineral. Entre otras cosas, la industria del acero, junto con la metalurgia del cobre y otros metales posibilitó la fabricación de las mas diversas máquinas y vehículos autopropulsados. Con aleaciones metálicas se hicieron generadores de energía eléctrica, cables para su transporte y baterías para su almacenamiento.

El primer combustible usado para las máquinas y vehículos fue el carbón mineral. Luego sobrevino el aprovechamiento de los hidrocarburos, y se generalizó la fabricación de materiales plásticos hechos a base de petróleo o gas. No puede dejar de mencionarse el desarrollo de otras industrias como las del vidrio, la cal, el cemento, el aluminio, la cerámica, y muchísimas sustancias mas, producidas a partir de materias primas minerales. Hoy en día, casi todas las cosas que tenemos y usamos se hacen con minerales.

LA SOCIEDAD ES MINERAL - DEPENDIENTE

En el título anterior decíamos que casi todas las cosas que tenemos y usamos se hacen con materias primas minerales. Pero..... nos damos cuenta de eso? No, comúnmente no nos damos cuenta, tal vez por falta de curiosidad por saber el origen de cada una de las cosas con las que convivimos..

Si observamos nuestra propia casa, podemos comprobar que casi todo está hecho con minerales. En efecto, ladrillos, tejas, cerámicas, baldosas, cemento, cal, yeso, arena, ripio, vidrios, plásticos, hierros, chapas, alambres, bronce, caños, cables, herrajes, pinturas, sanitarios, herramientas, vajilla y utensilios están hechos con materias primas de origen mineral.

Si salimos de la casa para ir a cualquier parte, usamos un vehículo que está construido en su totalidad con insumos tomados del reino mineral. También son de origen mineral el combustible que lo hace funcionar, el pavimento sobre el que se desplaza y hasta los semáforos que lo detienen en la esquina.

Sin materias primas minerales no existirían las grandes obras civiles, los ferrocarriles, los barcos, los aviones y otros sistemas de transporte. No habría máquinas ni instalaciones industriales. No tendríamos cocinas, lavarropas, heladeras, televisores, máquinas de coser, calefones, acondicionadores, estufas, planchas, enchufes ni lámparas. No existirían las computadoras ni los sistemas de comunicación. Tampoco se podría producir y transportar energía, y no habría herramientas o máquinas para sembrar, cosechar, elaborar, procesar, conservar y transportar alimentos o producir vestimentas.

En definitiva, el **desarrollo** de la sociedad está **sustentado** sobre la base de la producción e industrialización de minerales. Por eso decimos que la sociedad es mineral - dependiente.

QUÉ MINERALES SE USAN?

Desde la muy conocida sal con la que sazonamos nuestras comidas diarias hasta los exóticos minerales que contienen las tierras raras con las que se hacen elementos incandescentes que no se queman, la variedad de especies o compuestos de origen mineral que se usa es enorme, no menor de quinientos. Esto está relacionado con la evolución y perfeccionamiento de la industria.

Por ejemplo, la fabricación de vidrio requiere no menos de seis minerales (cuarzo, bórax, trona, calcita, dolomita y feldespato) y la elaboración de cemento portland cinco (calcita, caolinita, montmorillonita, yeso y hematita). La obtención de cobre metálico se hace indistintamente a partir de 16 especies minerales.

Por otra parte hay algunos minerales que tienen una gran diversidad de aplicaciones. El caso mas notable es el del cuarzo, que es utilizado para obtener cerca de cien productos diferentes, desde el vidrio y el ferrosilicio hasta las siliconas, la fibra óptica y los paneles de celdas fotovoltaicas.

DE DÓNDE SE OBTIENEN LOS MINERALES?

El sector de la economía que produce los minerales que la sociedad demanda es la **minería**.

Si bien hay minerales en todas partes, la producción se realiza únicamente en ciertos lugares que, geológicamente, se llaman yacimientos. Los yacimientos son sitios en los cuales la naturaleza se encargó de concentrar una sustancia determinada, de tal modo que su explotación es factible y rentable. Comúnmente estas explotaciones son conocidas con el nombre de minas y canteras.

La minería es una actividad extractiva. Es decir que la sustancia mineral que se requiere debe ser extraída de la mina y llevada a su lugar de uso o de industrialización. En el lugar del yacimiento donde estaba el mineral extraído quedan huecos, que pueden tener distinta forma y tamaño de acuerdo a la cantidad extraída y a su distribución original. Son las llamadas labores de la mina, una consecuencia inevitable de la extracción.

Un buen ejemplo de esto es la cantera del cerro de la Cal, cerca de la ciudad de Mendoza. Se trata de un cerro de relativa magnitud, compuesto por piedra caliza que se usa para fabricar cemento y cal para la industria de la construcción. A medida que avanza la explotación el cerro se va rebajando, se va achicando. Todos los materiales que estaban en ese "hueco" del cerro están ahora, transformados, en los edificios y otras construcciones de la ciudad de Mendoza.

Esta es una regla general de la actividad extractiva: el mineral se extrae y queda un "hueco" en su lugar. No obstante, como se explicará mas adelante, desde 1995 el Código de Minería contiene normas específicas que obligan a que los proyectos mineros tengan previsto un adecuado cierre de la mina y la remediación del paisaje, en consonancia con el entorno.

ESTABLECIMIENTOS MINEROS

El trabajo de la mina requiere obras, construcciones, instalaciones, maquinaria, transportes y, por supuesto, mano de obra, agua y energía.

Con frecuencia, el mineral útil llamado mena está mezclado con otras sustancias denominadas ganga. En estos casos, a la actividad extractiva se le agrega una planta industrial que procesa el material extraído y separa el mineral útil del resto. Este proceso genera un producto que es el concentrado y un material sobrante llamado cola que se almacena en un lugar seguro previamente establecido: el dique de colas.

Por otra parte, el yacimiento suele estar cubierto y rodeado otros materiales pétreos que, en parte, deben ser removidos para acceder a la mena durante la explotación. Esos materiales se depositan en lugares previamente elegidos y su acumulación se llama escombrera.

En la mayoría de los casos las minas están lejos de centros poblados y se construye un campamento para la vivienda del personal.

En definitiva, lo que llamamos genéricamente minas son casi siempre complejos establecimientos minero - industriales que producen las materias primas minerales que la industria necesita.

CARACTERÍSTICAS DE LA MINERÍA: REALIDAD Y LEYENDA

Como toda actividad económica, la minería funciona sobre la base de normas y encuadres específicos de tipo legal, técnico y comercial. Para desarrollar una actividad minera en forma adecuada hay que conocer y observar esas normas.

La minería tiene algunas diferencias importantes con las otras actividades productivas. Esas diferencias son: la superposición de la propiedad minera con la del terreno, la existencia de una etapa de riesgo (exploración) y el carácter no renovable de los recursos. Dejando de lado esas diferencias, el negocio minero funciona de la misma forma que cualquier otro negocio.

Sin embargo, en la imaginación de mucha gente, se la suele incluir en un contexto de aventuras y leyendas, como si fuera una actividad totalmente dependiente del azar. El descubrimiento de una manifestación mineral puede ser un acto de suerte, pero no debe compararse con el hallazgo de un tesoro o con ganarse la lotería. La suerte es solo una pequeña parte, como en cualquier actividad, pero el porcentaje mayor siempre corresponde al trabajo, la inteligencia, el esfuerzo, la dedicación y la perseverancia. Y no hay que olvidar que todo eso tiene un costo.

La imagen azarosa de la minería no es un capricho de la gente. Tiene una explicación lógica a partir de la información que a la gente le llega, como así también de la que no le llega.

A través del cine, por ejemplo, se han mostrado muchas historias fantásticas con exageraciones y distorsiones que no se ajustan a la realidad. Las famosas "fiebres del oro" existieron en muchas partes, incluso en nuestro país. En todos esos casos, mucha gente terminó en la ruina, y los que lograron mantenerse lo hicieron en base a un trabajo muy duro e insalubre que solo les permitió alcanzar el precario sustento personal y de su familia, a la espera de tiempos mejores.

Otros relatos se refieren a la búsqueda de la mina abandonada o mina perdida. Cuando los buscadores encuentran la mina, festejan como si hubieran encontrado un tesoro y termina la película. En realidad el mundo está lleno de minas abandonadas. Y las minas se abandonan, lógicamente, cuando no dan ningún beneficio.

Tradicionalmente, cuando un negocio es muy bueno, se lo califica diciendo que "es una mina de oro". Falta explicar que, en la vida real, la mayoría de las minas de oro que se explotaron fueron un pésimo negocio en el que sus dueños terminaron quebrados.

Estos ejemplos se refieren deliberadamente al oro para corregir otra distorsión muy común referida a la importancia relativa de una sustancia con respecto a otra. De hecho, explotar un yacimiento de arena para la construcción es, normalmente, mas sencillo y mucho mejor negocio que explotar una mina de oro.

En general la población padece de una falta de información sobre la minería. En primer lugar, la mayoría de la gente no tiene oportunidad de ver minas porque casi siempre se ubican en lugares alejados de las ciudades y rutas mas transitadas. En segundo lugar, la información que se recibe a través de las escuelas, es muy escasa e inadecuada para alcanzar un conocimiento mínimo razonable sobre el tema. Y por último, la información institucional de las entidades del sector, sean del gobierno o privadas, no suelen tener carácter docente.

Por eso es importante explicar el significado de la palabra **mina**. De acuerdo al ordenamiento legal vigente en nuestro país, las autoridades mineras otorgan minas a cualquier ciudadano que las solicita con el solo requisito de que demuestren haber descubierto la presencia de un mineral determinado.

En este caso **mina** es, simplemente, el nombre de la propiedad minera, independientemente del valor económico del mineral. En consecuencia, no debe asociarse mágicamente a un concepto de **riqueza**, como a veces se hace.

En cambio desde el punto de vista de la economía minera, debe hacerse la inversión necesaria para explorar ese descubrimiento y estudiar sus posibilidades hasta ejecutar un estudio de factibilidad que

demuestre que ese mineral descubierto es explotable con beneficio. Una vez hecho y con resultados positivos, se está en condiciones de construir una **mina**, en sentido económico.

Al igual que en otros casos, existen explotaciones grandes, medianas y pequeñas, de modo que en este sector también hay empresas grandes y PYMES. Cuando la explotación minera se hace en forma individual y con métodos principalmente manuales (como por ejemplo la extracción de oro de arenas fluviales de la zona de Carolina, San Luis) se prefiere hablar de minería artesanal.

Desde un punto de vista práctico, y atendiendo al destino que se da a los minerales, se acostumbra dividirlos en cuatro grupos:

1. Minerales metalíferos – Se utilizan para obtener un determinado metal
2. Minerales industriales – Se usan como insumos o materias primas para obtener sustancias o productos industriales.
3. Sustancias combustibles y minerales energéticos - Sirven para producir energía.
4. Rocas de aplicación y materiales de construcción -

QUIENES SON LOS DUEÑOS DE LAS MINAS?

Este punto es una frecuente fuente de errores. El sistema de concesión legal del Código de Minería es aplicado exclusivamente por las autoridades mineras de las Provincias. Este sistema no otorga la concesión sino la **propiedad particular** de las minas, superpuesta a la propiedad del terreno y regida por los mismos principios que la propiedad común (artículos 10, 11 y 12 del Código de Minería). Las minas son inmuebles que se pueden vender o alquilar. En definitiva, las minas son propiedades privadas.

CÓMO SE ADQUIERE UNA MINA?

En Argentina, como en la mayoría de los países del mundo, la **propiedad del suelo** se considera independiente de la **propiedad minera**.

Legalmente, la propiedad de los terrenos se rige por las disposiciones del **Código Civil** y la propiedad de las minas, por el **Código de Minería**.

La existencia del derecho minero se basa en un principio fundamental expresado en el citado Código. Las minas son bienes privados del dominio originario del Estado y éste las concede a los particulares para aprovecharlas y disponer de ellas como dueños, de acuerdo a las prescripciones del mismo ordenamiento legal.

No hay que confundir el “**dominio originario del estado**” con la “**propiedad de las minas**”. Son dos cosas distintas.

Para que esto se entienda, digamos que, en principio, el estado es el dueño originario de todo: del suelo y del subsuelo. Por eso, cuando los colonizadores españoles fundaron las ciudades, en nombre de la máxima autoridad del estado, otorgaron la propiedad de las parcelas urbanas a los futuros pobladores. De la misma manera, a través de mecanismos como las mercedes y otros mas modernos, el estado fue otorgando la propiedad de los campos a los particulares.

El mismo criterio se aplica a la propiedad minera, es decir que el estado otorga la propiedad de la mina, en este caso por un mecanismo que se llama “**concesión legal**” y a partir de ese momento la mina es una “**propiedad privada**”. No obstante, hay que considerar una diferencia fundamental: a las minas hay que buscarlas y descubrirlas, de modo que el estado ha otorgado y seguirá otorgando propiedades mineras a particulares en la medida que haya nuevos descubrimientos. Por otra parte, los propietarios de minas deben cumplir con ciertas condiciones de amparo (inversión mínima, pago de cánon) para mantener esa propiedad por tiempo ilimitado. Si no cumplen, o si la mina se agota o se abandona, la Autoridad Minera establece la **caducidad** de la propiedad minera.

En la práctica, siempre hay que tener en cuenta que la propiedad minera está superpuesta a la propiedad del terreno y reviste el carácter de utilidad pública. En consecuencia, la actividad minera no puede ser impedida pero debe respetar todos los derechos que le asisten al propietario del terreno.

El Código de Minería (art. 2º) establece, además, que hay **tres categorías** de minas:

1ª. Minas en la que el suelo es un accesorio, que pertenecen exclusivamente al Estado, y que solo pueden explotarse en virtud de concesión legal otorgada por autoridad competente.

2ª. Minas que, por razón de su importancia, se conceden preferentemente al dueño del suelo; y minas que, por las condiciones de su yacimiento, se destinan al aprovechamiento común.

3ª. Minas que pertenecen únicamente al **propietario del suelo**, y que nadie puede explotar sin su consentimiento, salvo por motivos de utilidad pública.

En la práctica, solamente en los dos primeros casos existe la propiedad minera superpuesta a la del terreno. En cambio, para las sustancias de la tercera categoría la propiedad minera no existe; esas sustancias pertenecen al dueño del suelo únicamente.

En su artículos 3º, 4º y 5º, el Código define las sustancias que corresponden a cada categoría.

Primera Categoría

- a) Las sustancias metalíferas siguientes: oro, plata, platino, mercurio, cobre, hierro, plomo, estaño, zinc, níquel, cobalto, bismuto, manganeso, antimonio, wolfram, aluminio, berilio, vanadio, cadmio, tantalio, molibdeno, litio y potasio.
- b) Los combustibles: Hulla, lignito, antracita, e hidrocarburos sólidos.
- c) Arsénico, cuarzo, feldespato, mica, fluorita, fosfatos calizos, azufre y boratos.
- d) Las piedras preciosas.
- e) Los vapores endógenos.

Segunda categoría

- a) Las arenas metalíferas y piedras preciosas que se encuentran en el lecho de los ríos, aguas corrientes y los placeres.
- b) Los desmontes, relaves y escoriales de explotaciones anteriores, mientras las minas permanecen sin amparo, y los relaves y escoriales de los establecimientos de beneficio abandonados o abiertos, en tanto no los recobre su dueño.
- c) Los salitres, salinas y turberas.
- d) Los metales no comprendidos en la primera categoría.
- e) Las tierras piritosas y aluminosas, abrasivos, ocre, resinas, esteatitas, baritina, caparrosas, grafito, caolín, sales alcalinas o alcalino terrosas, amianto, bentonita, zeolitas o minerales permutantes o permutíticos.

Tercera categoría

Componen la tercera categoría las producciones minerales de naturaleza pétrea o terrosa, y en general todas las que sirven para materiales de construcción y ornamento, cuyo conjunto forma las canteras.

Autoridad Minera y derechos mineros

Como en Argentina ya no existen territorios de jurisdicción nacional, salvo el mar epicontinental, cuando hablamos del Estado nos referimos fundamentalmente al Estado Provincial. Cada Provincia es la dueña originaria de sus recursos mineros y, en su estructura de Gobierno (en el Poder Ejecutivo o en el Judicial), posee una **Autoridad Minera** que concede y caduca derechos mineros a particulares.

Sin entrar en detalles y haciendo una gran simplificación de los tipos de derechos mineros, hay dos niveles fundamentales de concesión por parte de las Autoridades Provinciales:

a) Permisos de Exploración: son grandes superficies (desde 500 hasta 200.000 hectáreas) que se otorgan para la búsqueda de yacimientos. El permiso tiene plazos para efectuar reducciones obligatorias del área otorgada y también una fecha final en la que el permiso caduca. Si el titular del permiso descubre yacimientos dentro del área, antes de su vencimiento, puede pedir que la Autoridad Minera le otorgue

pertenencias mineras o minas que cubran el o los descubrimientos efectuados. Cada presentación de este tipo se llama **manifestación de descubrimiento**.

b) Pertenencias mineras o minas: Una vez cumplidas las obligaciones y formalidades que establece el Código, la Autoridad Minera concede la mina, mensurando la superficie que corresponde a esa nueva propiedad minera y firmando el **Acta de Mensura** que, previo registro, constituye el **título de propiedad**. A partir de ese acto, la mina es un inmueble y su titular dispone de ella como dueño. Por lo tanto, puede explotarla, alquilarla, hipotecarla o venderla.

TEMA 2 - YACIMIENTOS

DEFINICION – QUÉ ES UN YACIMIENTO?

En el tema anterior se explicaron los significados legal y económico de la palabra **mina**. Digamos ahora que el cuerpo o la masa mineral que se extrae o se pretende extraer de una mina es el **yacimiento o depósito mineral**. Técnica y económicamente es el punto de partida de la minería. Para que exista una explotación minera debe haber un yacimiento.

Geológicamente, un **yacimiento mineral** se define como **una concentración, muchas veces anormal, de una determinada sustancia mineral, susceptible de ser aprovechada con beneficio**.

Se habla de una **concentración muchas veces anormal** porque la sustancia en cuestión puede encontrarse en muchos lugares como hecho normal pero, para que sea considerada como un **yacimiento**, debe reunir ciertas características anormales de forma, cantidad y calidad.

Por ejemplo, casi todas las rocas superficiales contienen aluminio (en promedio 8%). Sin embargo, en pocos lugares hay yacimientos de aluminio porque para ser explotable tienen que presentarse en forma de óxidos, contener mas del 30% de metal, en una cantidad suficiente para justificar una inversión y tener una forma que permita su explotación económica.

Otro ejemplo: la materia prima fundamental para fabricar vidrio es arena. Arena hay por todos lados, pero para que sirva en esta industria tiene que tener mas de un 97 % de cuarzo (SiO_2), y esto es poco común.

Todos los yacimientos se encuentran en el subsuelo, pero algunos son visibles, aunque sea en parte, y otros están totalmente ocultos.

Sin ser una regla general taxativa, puede decirse que la mayoría de las rocas ornamentales (granitos, mármoles) y los materiales de construcción se explotan de yacimientos superficiales (canteras). Otros minerales suelen explotarse hasta cierta profundidad. Las minas de oro de Sudáfrica son las mas profundas. Han superado los tres mil metros. En Argentina, la mina Aguilar se ha desarrollado hasta unos 1.000 metros. Las perforaciones mas profundas con fines de extracción de petróleo no superan los diez mil metros.

Una verdad geológica fundamental a tener en cuenta es que **no existen dos yacimientos iguales**. De hecho, hay ciertas características que se repiten, como así también elementos que son comunes, que permiten la clasificación de los yacimientos en grupos, tipos o modelos. Pero aún así, cada yacimiento del mismo grupo es diferente a los demás. Por ejemplo, Bajo de la Alumbrera, Pachón y Agua Rica son tres yacimientos clasificados como pórfidos cupríferos. Sin embargo, sus características en cuanto a forma, volumen, contenido metálico, comportamiento físico y químico, es totalmente diferente. Esto será explicado mas adelante con mas detalle, especialmente por sus implicancias técnicas y económicas.

FORMA

En ciertos casos se puede asimilar la forma de un yacimiento a la de un cuerpo geométrico, aunque diste mucho de ser un cuerpo perfecto. Los mineros tienen algunas denominaciones que designan cuerpos minerales, como **veta** o **filón**, **manto**, **banco**, **bolsada** o **bolsón**, etc. Las **vetas** son cuerpos tabulares, bastante irregulares, verticales o inclinados. Si son horizontales se llaman **mantos**. Los ensanchamientos localizados de las vetas, se llaman **bolsadas** o **bolsones**.

También se llama **manto** o **banco** a los estratos sedimentarios que se explotan en minas, que son mucho más regulares que las vetas.

Algunos yacimientos tienen forma de anillos, cilindros, monturas, y lentes, y muchos poseen formas tan irregulares que no pueden compararse con ningún cuerpo geométrico.

TAMAÑO

Suele clasificarse a los yacimientos en pequeños, medianos y grandes, aunque no siempre se usan las mismas cifras para distinguir los tres tamaños.

En materia de yacimientos de hierro, suele aceptarse que los yacimientos grandes exceden de 100 millones de toneladas, los medianos entre 10 y 100 millones, y los pequeños por debajo de los 10 millones.

Por ejemplo los yacimientos Pachón, Bajo de la Aumbreira y Agua Rica tienen reservas entre 700 y 1.000 millones de toneladas. Se encuadran dentro de los grandes yacimientos de cobre.

Las minas pequeñas llegan a tener volúmenes de muy poca magnitud. En el caso del cobre pueden tener menos de un millón de toneladas. En este sentido, hay que tener en cuenta que, económicamente, siempre hay un mínimo de reservas que un yacimiento debe tener porque de lo contrario, no se justifica ninguna inversión.

Más adelante volveremos a hablar de volúmenes cuando veamos el tema reservas.

UBICACION

Sin ser una regla general, en nuestro país las minas no suelen estar cerca de las ciudades. Además, por razones geológicas, casi siempre están en las zonas montañosas o de relieve irregular, y son muy escasas en zonas de llanura. Estas condiciones limitan las posibilidades de la gente de observar este tipo de centros productivos, por lo cual la mayoría de nuestros habitantes desconoce cómo son y cómo funcionan.

Los geólogos suelen decir que **los yacimientos están donde se encuentran**. Esto se dice a modo de comparación con otros emprendimientos económicos para los cuales podemos elegir la ubicación más adecuada para su desarrollo. A las minas hay que buscarlas y encontrarlas. Y una vez que se encuentran, no se pueden cambiar de lugar. Esta sola circunstancia, a veces, puede hacer inviable un negocio minero porque la ubicación puede ser totalmente inadecuada.

Por ejemplo, en la cordillera de los Andes hay muchos yacimientos de caliza que no se explotan porque están lejos de los centros de consumo. En cambio, en Entre Ríos (en el pasado) y en Buenos Aires se explotan calizas de muy baja calidad, porque hay una demanda cercana.

Un ejemplo interesante es el de los yacimientos de petróleo en las plataformas epicontinentales. En una época fueron antieconómicos pero después su explotación se hizo viable gracias al incremento del precio del crudo y al avance tecnológico en las técnicas de extracción.

Desde el punto de vista geológico, se habla de áreas o regiones favorables para la existencia de determinados yacimientos. De manera muy general, en Argentina hay más posibilidades de encontrar yacimientos metalíferos en las áreas con relieve del oeste y del sur, que en las zonas llanas del este. No obstante, hay excepciones. Las mayores reservas de titanio del país se encuentran en el litoral de la Provincia de Buenos Aires, cerca de Bahía Blanca.

COMPOSICION

Groseramente, podemos considerar a un yacimiento como una masa mineral aprovechable, con una forma y un volumen determinados. Pero esa masa puede ser aprovechable en su totalidad, como en el caso de una arena para construcción o una arcilla para elaborar ladrillos comunes, o como ocurre muy a menudo, puede ser una mezcla de una sustancia útil con otra que no lo es.

Por ejemplo, la mina Paramillos de Uspallata es una mina de plata, plomo y zinc. Estos tres metales no se encuentran puros sino que están contenidos, respectivamente, en la argentita (sulfuro de plata), galena (sulfuro de plomo) y blenda (sulfuro de zinc). A la vez, estos tres sulfuros están mezclados con otras dos sustancias: siderita (carbonato de hierro) y cuarzo (dióxido de silicio). Estas cinco sustancias mezcladas son los componentes de las vetas de la mina.

La argentita, la galena y la blenda son los minerales útiles porque de ellos se extraen los respectivos metales, por un proceso posterior. Estos minerales útiles son los que los mineros llaman la **mena**. Los otros dos, que se desechan porque no son útiles, se denominan **ganga**.

Un ejemplo más sencillo es el de los hidrocarburos. El petróleo (líquido) y el gas están contenidos dentro de ciertas rocas (sólidas), llenando intersticios, fracturas y otros huecos. En este caso el diferente estado físico permite que las técnicas de bombeo solamente extraigan las sustancias que nos interesan, es decir el líquido o el gas. Aún así, hay casos en que las bombas extraen petróleo (mena) y agua (ganga).

Otra característica de los yacimientos es que son masas heterogéneas. Es decir que si tomamos dos muestras de distintos lugares de un solo yacimiento, esas muestras tienen diferente composición. Por eso, cuando se habla de las características físicas y químicas de un yacimiento, en realidad se hace referencia a un promedio.

En los yacimientos metalíferos vetiformes, la mena tiene una participación importante en la masa de la veta (por ejemplo, un 10 % o más). En los yacimientos llamados diseminados, la participación de los minerales metalíferos es muy pequeña (alrededor de 1 %). Por el contrario, el tamaño de las vetas es generalmente pequeño y el de los yacimientos diseminados es muy grande.

CALIDAD

Es de fundamental importancia conocer la **calidad** de la sustancia mineral del yacimiento ya que, en la práctica, solo pueden venderse o aprovecharse sustancias que cumplan con las especificaciones que requieren las industrias consumidoras.

La calidad, según el caso, se expresa de manera diferente.

En minerales metalíferos, por ejemplo, es costumbre expresar la **ley** o **tenor**, que es el contenido de metal por unidad de peso, en forma de porcentaje. Por ejemplo, un mineral de cobre de 1% contiene 10 Kg de metal por tonelada de mineral. Cuando los contenidos son mas pequeños, se habla de gramos por tonelada. Es el caso del oro, la plata y el platino.

Así empleada, la ley o tenor es una expresión incompleta de la calidad del mineral, porque también interesan otros componentes de la masa mineral, como así también sus características físicas y químicas.

Por ejemplo, en Argentina hay tres grupos de yacimientos importantes de hierro: Unchimé (Salta), Zapla (Jujuy) y Sierra Grande (Río Negro). Las leyes de hierro son similares en Unchimé y en Zapla, pero en el primer caso una parte importante del hierro está en forma de silicatos lo cual hace mas complicado y caro su tratamiento industrial. El mineral de Zapla, en cambio, está compuesto por óxidos de tratamiento mas sencillo y económico. Por esa razón el mineral de Zapla ha sido utilizado como materia prima para fabricar acero y el de Unchimé no. Sierra Grande tiene leyes de hierro mucho mas altas que los otros dos, y por eso se podría presumir que es mejor mineral. Sin embargo, también contiene una cantidad de fosfatos que lo hacen inaptos para la industria siderúrgica instalada. Por esa razón, aunque se puso en producción, su actividad tuvo finalmente que interrumpirse.

Por lo expresado, la especificación de la calidad de un mineral de hierro, comprende como mínimo, lo siguiente:

Contenido de hierro

Composición mineralógica

Contenido de fósforo, azufre, arsénico, plomo y zinc (elementos indeseables)

Granulometría determinada

En general, la expresión de la calidad se puede hacer de muy variadas maneras, de acuerdo al uso o al destino de la sustancia mineral. Mas aún, un mismo mineral puede tener más de un uso, y para cada uso tener requerimientos diferentes de calidad. Por ejemplo, una caliza para fabricar cal debe tener un mínimo de 95% de carbonato de calcio, pero para fabricar cemento Pórtland es suficiente un contenido de 78%. El cuadro siguiente muestra en forma simplificada las distintas especificaciones para los tres usos que tiene la fluorita (fluoruro de calcio).

	CaF ₂ mínimo	SiO ₂ Máximo	CaCO ₃ máximo	Fe ₂ O ₃ máximo
Para fabricar ácido fluorhídrico	97 %	1,5 %	1,2 %	---
Para la industria cerámica	93,5 %	---	---	0,12 %
Para uso como fundente metalúrgico	85 %	5 %	---	---

Para concluir, la calidad debe expresarse de tal manera que se evidencie si es **apto para su uso**, de acuerdo a las especificaciones industriales o a las normas, si es que existen.

Para determinar la calidad de un mineral se requiere obtener y analizar un gran número de muestras, de acuerdo a técnicas especiales para cada caso.

A todo esto, hay que comprender que es difícil que en la naturaleza se presenten yacimientos de sustancias que se ajusten exactamente a las normas y especificaciones de la industria. Por lo general no es así y, por lo tanto, los minerales que se extraen de las minas son objeto de un **proceso de tratamiento o preparación** destinado a modificar las características de los minerales de tal manera de hacerlos aptos para su aprovechamiento industrial.

Como ejemplo, el mineral que se explota en el Bajo de la Alumbrera contiene 0,7 % de cobre. Así no es apto para su fundición. Por ello, la mina cuenta con una planta de tratamiento que separa los sulfuros de cobre de los otros componentes de la mezcla que se extrae de la mina. El producto de ese proceso se llama concentrado, tiene alrededor de 30 % de cobre y es apto para la fundición.

También hay plantas destinadas a eliminar impurezas indeseables. En las cercanías de Mendoza se usan procesos de lavado para eliminar la arcilla que tienen las arenas destinadas a la industria de la construcción.

RESERVAS

Las **reservas** de un yacimiento están constituidas por la cantidad de mineral apto para su explotación económica, determinadas en base a las reglas del arte de la exploración minera. Dicho de otra manera, es la cantidad de mineral que se calcula que se puede extraer y vender con beneficio. Cuando no hay seguridad sobre su venta con beneficio, en lugar de la palabra reserva se prefiere usar el término **recurso**.

Las reservas de una mina y la calidad o aptitud de sus materiales son datos básicos para la formulación del proyecto minero.

A esta altura, y aunque el tema será tratado mas adelante, conviene introducir otro dato fundamental: se considera que el yacimiento es el punto de partida de la explotación minera porque si no hay yacimiento no hay minería. Sin embargo hay que tener siempre presente que, antes que nada, tiene que haber una **demanda del mercado**. Si no existe un mercado comprador de una determinada sustancia, no tiene ningún sentido iniciar la explotación de un yacimiento de esa sustancia.

TEMA 3 - ETAPAS DE LA ACTIVIDAD MINERA I

ETAPA DE RIESGO MINERO O DE PREINVERSION

La actividad minera tiene dos etapas: la primera, de **riesgo minero**, y la segunda, de **negocio minero**.

La etapa de riesgo comprende la búsqueda del mineral, su descubrimiento, la determinación de su cantidad y calidad, y el estudio de factibilidad de explotación. Desarrollar esta etapa no es fácil. Es necesario realizar trabajos y estudios (técnicamente llamados de exploración) que llevan su tiempo y tienen un costo.

El tiempo y el costo son muy variables y dependen del tipo de yacimiento, de su ubicación, de su heterogeneidad, y de otras características. Por ejemplo, la exploración de yacimientos como Pachón, Bajo de la Alumbrera o Agua Rica, demandó, en cada caso, varios años, a un costo de varias decenas de millones de dólares.

Terminada la exploración se elabora el estudio de factibilidad. Si este estudio es negativo, el yacimiento no se explota y **lo invertido hasta ese momento se pierde**. Por eso esta etapa se llama **etapa de riesgo minero**, y diferencia a la minería de otras actividades económicas. En cambio, si el estudio de factibilidad es positivo, se construye el proyecto y se inicia la **etapa de negocio minero**.

Para ejemplificar la inseguridad que trae aparejada el **riesgo minero** en materia económica, hay que señalar que ningún banco del mundo presta dinero para esta etapa de la minería, con excepción de algunas instituciones del estado que respondan a una política específica de promoción, en su país o en el extranjero. Por eso, los economistas suelen llamarla **etapa de pre inversión**.

En la práctica, la financiación de la etapa de riesgo se puede hacer de varias maneras. Una de ellas consiste en que las empresas mineras que están en producción hagan una previsión en sus balances contables para constituir un fondo especial para invertir en exploración. Esto equivale a destinar una parte de las ganancias a la integración de ese fondo. Otra forma consiste en emitir acciones que se venden a través de la Bolsa, ya sea en forma directa o incorporándose a los llamados fondos comunes de inversión. Estos últimos están integrados por una mezcla de activos financieros que les permite absorber la eventual pérdida de valor de algunas acciones. Por último, el propietario de un prospecto minero puede asociarse con otra persona o empresa que aporta el dinero necesario a cambio de un porcentaje del futuro negocio.

BUSQUEDA Y DESCUBRIMIENTO

El descubrimiento de una ocurrencia mineral puede hacerse por casualidad o como resultado de una búsqueda racional, utilizando técnicas con bases científicas y elementos tecnológicos adecuados.

En el pasado, la mayoría de las minas se descubrieron por casualidad. En nuestro país, los puesteros eran los más frecuentes descubridores de minas, debido a que por su trabajo de andar trasladando rebaños en zonas de montaña, eran los que mas oportunidades tenían de hallar manifestaciones minerales a simple vista.

El avance científico y tecnológico, unido al hecho de que cada vez son menos frecuentes los hallazgos casuales, ha motivado el desarrollo de una nueva disciplina de búsqueda racional de yacimientos, que se llama **prospección**.

PROSPECCION

La prospección se hace sobre la base de sólidos conocimientos científicos y técnicos de manera que, para llevarla a cabo, es necesario contar con una "infraestructura" útil para ese fin: mapas de distinto tipo, fotografías aéreas, imágenes satelitales, antecedentes mineros, geológicos, geofísicos, geoquímicos, catastrales, económicos, etc. Esta "infraestructura" casi siempre es provista por el estado y, en algunos casos, por empresas especializadas.

La ejecución de las tareas de prospección (trabajos de campo y de laboratorios) está en manos de especialistas, que cuentan con la ayuda de la tecnología apropiada para cada caso, vehículos, equipos, instrumental, laboratorios, etc.

A esta altura es conveniente desmitificar algunas exageraciones que se hacen a raíz de los avances científicos y tecnológicos.

En mi experiencia docente, en varias oportunidades me preguntaron si era cierto que los norteamericanos conocían todos nuestros recursos mineros a través de la información satelital. La respuesta es no. A pesar de los enormes adelantos tecnológicos, no hay ningún método que permita conocer, dimensionar y calificar un recurso minero en forma indirecta.

En la práctica, los avances científicos y tecnológicos proporcionan herramientas importantes para mejorar la prospección, haciéndola mas simple, mas rápida, menos costosa y mas eficaz, pero no eliminan los trabajos e investigaciones de campo.

La prospección puede hacerse de distintas maneras y con diferentes técnicas, de acuerdo al tipo de yacimiento que se busque. El resultado (cuando es positivo) es el **descubrimiento** de una **manifestación mineral**.

ALGUNOS COMENTARIOS IMPORTANTES

Planos y Perfiles. Cartas y Mapas

En cualquier etapa de la minería es fundamental el uso de **planos y perfiles** para representar la información en las tres dimensiones. Un **plano** es una representación sobre una superficie horizontal. Las palabras **carta** y **mapa** significan lo mismo pero abarcan superficies más grandes.

Un **perfil** es una representación en un plano vertical (un corte) que permite representar datos en profundidad. En la práctica se hacen varios planos y perfiles para representar adecuadamente la información de un área determinada. Incluso se construyen los llamados **blocks diagrams**, que son representaciones tridimensionales que integran la información de planos y perfiles.

Permiso de la Autoridad Minera

No puede terminarse el tema prospección sin incluir una importante recomendación. El responsable de una búsqueda de yacimientos, antes de comenzarla debe asegurarse los permisos de acceso a la zona de búsqueda y los derechos mineros sobre lo que llegue a descubrir. Para ello, debe proteger su área de trabajo con un **permiso de exploración** otorgado por la Autoridad Minera correspondiente.

EXPLORACION

Una vez descubierto un cuerpo mineral (en forma casual o a través de una prospección) es necesario delimitar su **forma** y determinar su **tamaño** y la **calidad** del material que lo compone. Para eso se realiza la **exploración**.

En este curso se usan los términos **prospección** y **exploración** con el significado que le dan las empresas mineras en nuestro medio. Sin embargo, debe tenerse presente que, a veces, las dos actividades son consideradas dentro de la exploración o, como ocurre en varios países europeos, el significado de ambos términos es exactamente al revés.

La exploración se hace mediante labores mineras superficiales (calicatas, pequeños pozos, etc.) y labores subterráneas (pozos profundos o piques y túneles) con las cuales se reconoce el cuerpo mineral en sus tres dimensiones. Las labores subterráneas suelen reemplazarse por perforaciones con herramientas que permiten obtener muestras del cuerpo mineral a todo lo largo del sondeo, ya sea en forma de testigos (cilindros de roca) o de triturados y polvo.

El número y la extensión de las labores subterráneas o de las perforaciones depende del tamaño del cuerpo mineral que se está explorando, o del volumen mínimo de mineral que se quiere poner en evidencia.

CUBICACION DE RESERVAS

La **cubicación de reservas** es la culminación de la exploración. Consiste en la determinación de la cantidad y calidad del mineral, en relación con la calidad comercial de dicha sustancia.

Mediante la ejecución de labores mineras o perforaciones, según el caso, se ubican los límites del cuerpo mineral en las tres dimensiones, determinando la **forma** del yacimiento. Utilizando métodos y fórmulas adecuadas se calcula el **volumen** del yacimiento. Luego se debe determinar el **peso específico** de la sustancia, para calcular finalmente la **cantidad** expresada en toneladas (En algunos casos se expresa en metros cúbicos).

La **calidad** del mineral se determina mediante minuciosos análisis, ensayos y estudios, realizados sobre muestras que se extraen del cuerpo mineral de acuerdo a técnicas de muestreo que varían según el tipo de yacimiento. Tanto la extracción de muestras como su manejo posterior deben hacerse con extremo cuidado porque cualquier **error** o **dato fraudulento** que se incorpore puede arruinar todo el trabajo realizado o crear una base falsa para el trabajo posterior.

La **cantidad** de mineral, con su **calidad** promedio determinada, constituye lo que se llama las **reservas** de la mina. La palabra **reservas** debe emplearse cuando hay cierta seguridad de que ese mineral es comercializable con beneficio. En cambio, si no hay ninguna seguridad de que esa cantidad de mineral sea explotable económicamente, los expertos prefieren usar la palabra **recursos** en lugar de **reservas**.

Existen distintas formas de clasificar a las reservas y recursos de los yacimientos. La forma más sencilla es la siguiente:

1. **Reservas medidas, positivas o probadas.** Son las realmente comprobadas con un ínfimo porcentaje de error, y las únicas que sirven para fundamentar cálculos económicos serios acerca de la futura explotación..
2. **Reservas probables o indicadas.** Generalmente son una extensión de las anteriores sobre las que hay una importante inseguridad acerca de su cantidad y calidad. En muchos casos se incluye el 50% de estas reservas en los cálculos económicos.
3. **Reservas posibles, inferidas o supuestas.** Es una cantidad de mineral que solamente se supone que existe.

Hay una clasificación de reservas recomendada por la Organización de las Naciones Unidas, que es un poco más compleja porque establece rangos físicos y económicos a las tres categorías aquí descritas. No obstante, todavía no están unificados los criterios como para que se use una sola clasificación a nivel mundial.

Ejemplo muy sencillo: Al solo efecto de tener una idea de lo que es el cálculo de la cubicación de reservas, supongamos que se quiere explotar un tramo de un cauce aluvional (río seco) para producir **grava y arena** para la industria de la construcción. Los datos obtenidos de la exploración son los siguientes:

El cauce tiene un ancho promedio medido de 100 metros.

Su espesor o profundidad promedio es de 5 metros, comprobado en una red de pozos.

El tramo elegido tiene 200 metros de largo.

Los ensayos sistemáticos determinaron que el aluvión se compone de: 40% de grava, 40% de arena y 20% de limo.

La cubicación se resuelve de la siguiente manera:

$$\text{Volumen del aluvión: } 200 \times 100 \times 5 = 100.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de grava: } 100.000 \times 0.40 = 40.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de arena: } 100.000 \times 0.40 = 40.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de limo: } 100.000 \times 0.20 = 20.000 \text{ m}^3 \text{ (ganga, material a desechar)}$$

La grava y la arena se comercializan generalmente por metros cúbicos, pero si se hiciera en toneladas, cada volumen debería multiplicarse por el peso específico del material respectivo para obtener el tonelaje. En este caso el material cubicado se considera "mineral medido".

ESTUDIO MINERALURGICO E INGENIERIA DEL PROYECTO

La etapa de riesgo continúa con el estudio de la **ingeniería del proyecto**. Para ello se plantean y estudian las diferentes alternativas sobre métodos de explotación y tratamiento. Entre los temas de fondo hay que tener en cuenta la infraestructura e instalaciones necesarias, el equipamiento a adquirir y la mano de obra a emplear, la inversión requerida y los costos de operación, para finalmente calcular los costos de producción, según las alternativas planteadas.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

El último paso de la etapa de riesgo es el estudio de factibilidad, en el que se usan y comparan todos los parámetros técnicos y económicos obtenidos en los estudios realizados con otros datos tomados del mercado en el que se piensa colocar la producción. La calidad del mineral a producir y las condiciones del mercado consumidor permiten determinar un **precio de venta**. La capacidad de compra o **demanda** del mercado y la **cantidad** de mineral disponible en la mina son fundamentales para calcular la magnitud y duración de la explotación y los plazos de amortización de las inversiones. También se estudia la incidencia de otros factores como los impuestos, costos financieros, regalías, seguros, provisiones, etc.

El análisis de todos los datos económicos permite calcular si la explotación será o no un buen negocio. Lógicamente, para que sea buen negocio, el **estudio de factibilidad** debe indicar que el **precio de venta** del mineral es mayor que el **costo de producción**, y que la diferencia entre ambos, conocida como **ganancia**, es suficientemente atractiva para hacer la inversión (por ejemplo, cuando la ganancia es mayor que un interés bancario). En este caso se dice que la explotación es **factible o rentable**.

En la práctica existe una secuencia de evaluaciones que se van haciendo en etapas sucesivas. Cada evaluación determina si se encara la etapa siguiente o no. A partir de una **idea**, que en realidad es lo primero que se evalúa, se pueden considerar los siguientes niveles:

(Banco Mundial)	(A. Millán)	Error aceptable
PERFIL	ESTUDIO INICIAL	-30% a +50%
PREFACTIBILIDAD	ESTUDIO CONCEPTUAL	-15% a +30%
FACTIBILIDAD	ESTUDIO BASICO	-05% a +15%

El estudio de factibilidad incorpora todos los datos de los estudios anteriores y agrega nuevos estudios de carácter fundamentalmente económicos.

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo a la Sección Segunda del Título 13 del Código de Minería (Anexos I, II, y III de las Normas Complementarias) en cada proyecto minero, las instancias de prospección, exploración y explotación requieren la previa presentación de un Informe de Impacto Ambiental y su aprobación por parte de la Autoridad de Aplicación mediante una Declaración de Impacto Ambiental.

TEMA 4 – ETAPAS DE LA ACTIVIDAD MINERA II ETAPA DE NEGOCIO MINERO O DE INVERSION

FINANCIACION Y CONSTRUCCION

Una vez que se determinó la factibilidad del proyecto se pasa a la etapa de **explotación**. Para ello es necesario que, previamente, se consigan las fuentes de **financiación** que provean el dinero necesario para la **construcción** y la **puesta en marcha** del proyecto. La cantidad de dinero necesario depende de la magnitud del proyecto. En el Bajo de la Alumbrera, que es la mina mas grande del país, se invirtieron US\$ 1.300.000.000.

Hay distintas formas de obtener financiación. Las frecuentes son:

Capitales o recursos de la empresa propietaria.

Suscripción de acciones.
 Asociación con otras empresas que aportan capital a cambio de una parte del negocio.
 Préstamos bancarios.
 Participación de bancos como socios del negocio.
 Créditos de los proveedores
 Préstamos y créditos especiales de sistemas de promoción.

Durante la construcción se hacen los laboreos necesarios para la futura explotación y se realizan las obras de infraestructura (caminos, comunicaciones, campamentos, etc.), instalaciones y equipamiento, y se incorpora el personal necesario y se procede a su capacitación. Finalmente se hacen todas las pruebas que permiten verificar el funcionamiento correcto de todas las instalaciones, circuitos y equipamientos, y se pone en marcha la producción.

EXPLOTACION

Hay diferentes métodos de explotación y su aplicación depende del estado físico del mineral (sólido coherente o incoherente, líquido, gas, o sólido soluble o fusible), de su profundidad y de su forma (a cielo abierto o subterráneo), y de otras características. De acuerdo a su estado físico se consideran los siguientes materiales:

1.1.Coherentes: Es el grupo mas numeroso ya que abarca la gran mayoría de las sustancias minerales. Son los que tienen "consistencia pétrea". En la práctica, cuando se habla de métodos de explotación minera se incluye casi exclusivamente a este grupo.

Algunas explotaciones son subterráneas, como Mina Aguilar, Farallón Negro, Río Turbio. Otras, mas numerosas, se hacen a cielo abierto (canteras) como Bajo de la Alumbrera, Cerro Vanguardia, Sierra Pintada, Tincalayu y todas las explotaciones de granitos, mármoles, calizas y materiales similares. En todos estos casos (excepto carbones, mármoles y granitos que requieren cuidados especiales) el material debe arrancarse mediante el uso de perforaciones y voladuras con explosivos. El mineral arrancado es cargado y llevado por diferentes medios, máquinas o instalaciones desde el frente de explotación hasta la planta de tratamiento o hasta el lugar de embarque.

1.2.Incoherentes: Una pequeña cantidad de yacimientos superficiales están integrados por materiales incoherentes. Se trata de aglomerados, arenas, salinas de "cosecha" y arcillas que, comúnmente requieren métodos de arranque muy sencillos, que se resuelven con el uso de excavadoras y máquinas similares, o con pico y pala, a nivel artesanal. Se incluyen las explotaciones de arena por dragado de fondos fluviales, como el que se hace en los ríos Paraná y de la Plata.

1.3.Fluidos: Es un grupo reducido pero valioso que incluye a los hidrocarburos (petróleo y gas), a las salmueras (Salar del Hombre Muerto y Salinas del Timbó) y a los aprovechamientos geotérmicos, como el del Volcán Copahue..

1.4.Materiales solubles o fusibles: Es un pequeño grupo integrado por hidrocarburos muy viscosos, sales y azufre. En la mina Río Colorado se ha hecho una explotación experimental con el uso de perforaciones por las cuales se inyecta agua que disuelve el cloruro de potasio del yacimiento y se lo extrae en forma de salmuera.

PREPARACION O TRATAMIENTO DE MINERALES

La mayoría de las minas tienen una planta de tratamiento asociada al yacimiento. Esto se debe a que pocas veces las industrias pueden usar materias primas minerales tal como ellas se encuentran en la naturaleza.

Por ejemplo, la industria del cobre requiere metal puro pero tal sustancia prácticamente no existe en la naturaleza (solo como rareza mineralógica). Normalmente, el cobre se presenta como parte de ciertas sustancias químicas (sulfuros, óxidos, sulfosales, carbonatos, etc.) que, a la vez, están asociadas en macizos rocosos con otras sustancias sin cobre. En el Bajo de la Alumbrera, cada tonelada de roca que se extrae del yacimiento solo contiene unos cinco a seis kilogramos de cobre diseminados en su masa. Por eso, el mineral debe ser procesado por distintos métodos de tratamiento para separar el cobre del resto de la sustancia y darle la forma final, apta para la industria.

Hay casos más simples, como por ejemplo los áridos para la construcción. Pero aún en estos casos pueden verse, por ejemplo, explotaciones de materiales aluvionales que, con la ayuda de plantas de clasificación, producen arena fina, arena gruesa y canto rodado. Mas aún, en muchos lugares del oeste y noroeste argentino, las arenas no son aptas porque contienen arcilla y sales que son altamente perjudiciales para las mezclas que se preparan con ellas (mortero, hormigón, etc.). Estas arenas deben ser sometidas a un proceso de lavado antes de su envío al mercado consumidor.

Los procesos de tratamiento no son un tema menor, y deben ser minuciosamente estudiados como parte del proyecto minero, en forma paralela a la exploración. Cualquier dificultad sería en el tratamiento del mineral puede determinar la inviabilidad de un proyecto, ya sea porque técnicamente no se puede alcanzar la calidad requerida por la industria o porque el proceso a aplicar es demasiado costoso y el producto final no es competitivo en precio.

De acuerdo a las características físicas y químicas de los minerales a tratar, se utilizan diferentes métodos de concentración.

Cribado y clasificación: agrupa las partículas por tamaños

Lavado: separa polvos y materiales solubles del mineral de interés.

Trituración y molienda: disminuye el tamaño de las partículas

Concentración: separa la mena de la ganga, produciendo un concentrado de mena.

- 1.- Selección a mano
- 2.- Concentración gravitacional
- 3.- Densidad diferencial
- 4.- Separación Magnética
- 5.- Flotación

Amalgamación: se separa de la ganga al metal de interés (oro, plata, platino) amalgamándolo con mercurio.

Solución y precipitación: se disuelve el mineral de mena para separarlo de la ganga y se lo recupera por precipitación.

Calcinación: se aplica temperatura para cambiar las propiedades físicas o químicas del mineral

Fundición: se aplica temperatura para licuar el mineral de interés y separarlo de los otros en la colada.

Refinación: Aumenta al máximo el grado de pureza del metal obtenido por fundición

Corte y pulido: produce superficies lisas y brillantes en las rocas de aplicación

CIERRE DE LA MINA

Dado que se trata de recursos no renovables, las reservas del yacimiento se agotan después de un período que es la vida útil de la mina. Por ello el último paso que se contempla en un proyecto es el cierre de la mina y la remediación de los impactos y pasivos ambientales.

TEMA 5 - IMPACTO DE LOS PROYECTOS MINEROS

EL IMPACTO DE LAS MINAS COMO FUENTES DE PRODUCCIÓN Y TRABAJO

Si la exploración de un yacimiento demuestra que es factible su explotación, se construye la mina. Construir la mina significa hacer las obras civiles y montar las instalaciones y equipos necesarios para transformar el yacimiento en un centro productivo capaz de extraer el mineral y de darle la forma o la composición que se requiere en la industria que lo utiliza. Lógicamente, para ello debe dotarse al lugar de la infraestructura básica, fundamentalmente camino de acceso, energía, agua y comunicaciones.

Como se comprenderá, esto requiere una inversión importante, cuyo monto depende del tamaño del establecimiento y de la escala de producción. De hecho hay minas pequeñas, medianas y grandes. En las minas alejadas de los centros poblados (la mayoría) es necesario construir un campamento con viviendas y todos los servicios para el personal.

Dejando de lado las diferencias ya señaladas anteriormente sobre la superposición de propiedades, la etapa de riesgo y el carácter no renovable de los recursos, por lo demás el negocio minero es igual que cualquier otro. Es decir que en una mina siempre hay una inversión para la exploración y para construir la mina, y los gastos comunes de la etapa de producción (sueldos, servicios, impuestos, insumos, repuestos, etc.). La suma de todo eso son los costos de la empresa. A la vez la mina vende la producción a un precio que cubre los costos y deja una ganancia. Y como todo negocio es una fuente de trabajo, con efecto multiplicador sobre la economía en su zona de influencia.

Veamos un ejemplo muy resumido y con cifras redondeadas (son cifras del año 2001), como es la mina Bajo de la Alumbra, la más grande del país. La inversión inicial fue de 1.300 millones de dólares. Esta es la suma de dinero que fue necesaria para pagar todos los trabajos, construcciones e instalaciones necesarias para poner al establecimiento en condiciones de producir. Parte de esa suma (casi la mitad) se gastó dentro del país en infraestructura, construcciones civiles e instalaciones y vehículos convencionales. Otra parte se gastó en comprar bienes importados, especialmente máquinas, vehículos e instalaciones mineras e industriales mas específicas.

Una vez en producción, la mina vende sus concentrados al exterior generando el ingreso de divisas. La facturación anual de Minera Alumbra S.A. es de unos 600 millones de dólares. Conviene aclarar que, al igual que lo que se dijo sobre el destino de la inversión inicial, también en este caso una parte del dinero de la facturación se gasta internamente y otra parte se gasta fuera del país. Haciendo una gran simplificación, se puede decir que, internamente se pagan sueldos, servicios, insumos y materiales, impuestos, regalías y pago de utilidades a la empresa estatal YMAD (dueña de la propiedad), y en el exterior se pagan amortizaciones de créditos y préstamos, insumos y servicios importados, dividendos, ganancias y royalties .

El establecimiento cuenta con 800 empleados directos. Son 800 puestos de trabajo que antes no existían y son 800 sueldos (unos \$ 21.000.000.- anuales) que las familias gastan en la zona generando nuevas actividades comerciales.

Además, la mina y la planta requieren grandes cantidades de insumos (agua industrial y potable, comida, indumentaria, elementos de seguridad, electricidad, combustibles, productos químicos, repuestos, herramientas, explosivos, etc), como así también servicios y repuestos, para su funcionamiento. La provisión de todos esos insumos, servicios y repuestos origina una importante actividad por parte de las numerosas empresas que los proveen. El monto anual de esas compras es de \$ 150.000.000.- y se calcula que cada puesto de trabajo en la mina genera por lo menos tres puestos de trabajo en esas otras actividades, es decir unos 2.400 empleos mas.

Las arcas del estado se ven favorecidas por la recaudación de impuestos. Solamente la empresa minera paga un promedio de \$ 40.000.000 anuales de impuestos. A esto hay que sumar los que pagan las actividades de los proveedores y demás negocios relacionados.

Por último, la implantación de la nueva actividad y su población tiene otros requerimientos como infraestructura, escuelas, hospitales, esparcimiento, comunicaciones, que, de una u otra forma, se van desarrollando en sus cercanías.

En conclusión, la puesta en marcha de explotaciones mineras contribuye de una manera importante al desarrollo económico del país, especialmente en zonas desprovistas de otros recursos donde es la única forma de iniciar y mantener la actividad productiva y la población. Podemos citar un ejemplo muy elocuente de esa importancia: hoy en día la exportación de minerales produce una cantidad similar de divisas que la exportación de carne.

EL IMPACTO SOCIAL

En el aspecto social, la generación de empleos directos e indirectos es el impacto mas visible de los emprendimientos mineros, pero hay otros impactos no menos importantes como los siguientes:

1. Mejoras en infraestructura (caminos, comunicaciones, energía, etc.). Ya sea porque son parte del proyecto o porque el estado tiene que hacerlas para apoyar el emprendimiento productivo, se llevan a cabo obras de infraestructura que un beneficio para toda la zona de influencia y una apertura para el acceso de otras actividades.
2. Mejora en los salarios. Las empresas, sobre todo las medianas y grandes, ofrecen mejores salarios que los existentes en la región para conseguir la mejor mano de obra posible.
3. Cobertura de salud. En el mismo nivel de empresas, siempre se instalan centros de salud o se contratan servicios de obras sociales para que los empleados y sus familias tengan una cobertura adecuada.
4. Trabajo para las mujeres. A diferencia de lo que ocurría en otras épocas, la minería moderna da oportunidades de trabajo a las mujeres. En el Bajo de la Alumbrera se puede ver un número significativo de mujeres en diversas actividades, incluyendo a algunas que manejan los grandes camiones de 220 toneladas.
5. Trabajo para jóvenes. Un complejo minero requiere cubrir muy distintas actividades y existe una preferencia por la contratación de jóvenes que se adaptan rápidamente a trabajos que no conocían.
6. Capacitación. Las empresas, para que todos los sectores funcionen eficientemente brinda cursos y talleres de capacitación a sus nuevos empleados, en la especialidad que van a desarrollar.
7. Mejoras en la acción comunitaria. La relación que se establece entre la empresa y la comunidad determina que la empresa realice aportes concretos para mejorar ciertos aspectos de la vida de los habitantes del lugar.

El carácter no renovable de los recursos mineros

El carácter **no renovable** de los recursos mineros es una de las características distintivas que diferencia a la minería de otras explotaciones como, por ejemplo las agropecuarias. El agricultor puede sembrar y cosechar todos los años en el mismo campo, pero el minero va agotando el recurso a medida que lo extrae. Si las reservas totales de una mina suman un millón de toneladas y la explotación avanza a un ritmo de cien mil toneladas por año, el yacimiento se agota en diez años. Terminado ese período, cesa la actividad del establecimiento minero y desaparece como fuente de producción y empleo.

Hay que destacar que un hecho de esta naturaleza tiene implicancias económicas y sociales que pueden llegar a ser muy graves. Si se toma como ejemplo el caso de la mina Bajo de la Alumbrera, su vida fue calculada en el proyecto original en 20 años. Esto significa que al finalizar ese lapso se dispondrá el cierre de la mina y las 800 personas que trabajan allí se quedarán sin empleo. Además, varios cientos de personas que trabajan en actividades complementarias generadas por el mantenimiento y el desenvolvimiento de la mina (proveedores de servicios, insumos, repuestos, transporte, comunicaciones, etc.) también perderán esa fuente de trabajo.

Esta característica de la explotación minera es la que originó en varios países del mundo, incluido el nuestro, una imposición llamada **regalía**. La regalía no es un impuesto. Es una suma que la empresa minera paga al estado en concepto de compensación por el agotamiento del recurso natural. El destino específico de ese dinero (no siempre cumplido) es la creación o promoción de otras actividades económicas que reemplacen a la de la mina cuando se produzca su cierre.

A pesar de lo expresado hasta aquí, con un tono deliberadamente pesimista para explicar el concepto de regalía, en la mayoría de los casos, la actividad minera de una región tiene cierta continuidad en el

tiempo, ya sea porque se descubren nuevos recursos en la misma mina o porque se encuentran nuevas minas en zonas cercanas.

Por ejemplo, en Jujuy comenzó a explotarse la mina Aguilar en 1936, con reservas para trabajar durante diez años. Pero a medida que se producía mineral, la empresa siguió explorando y cubicando nuevas reservas en el mismo yacimiento y en otras minas cercanas. Como consecuencia de ello, el establecimiento minero continúa produciendo casi setenta años después, y sigue teniendo reservas para diez años.

En el caso del Bajo de la Alumbrera, antes mencionado, cuya vida útil es de 20 años, también se llevaron a cabo exploraciones en zonas cercanas y existen ya descubrimientos concretos que permiten suponer que cuando cierre se abrirá otra de similar magnitud, como lo es la mina Agua Rica.

Impacto ambiental y minería sustentable

Los temas referidos a la sustentabilidad del uso de las materias primas minerales y al impacto ambiental de las actividades productivas son cada vez más importantes en la consideración de la gente.

Antiguamente la cuestión fundamental se centraba en la disponibilidad futura de una determinada sustancia frente a la creciente demanda de una población en aumento. Uno de los ejemplos mas conocidos es el del petróleo. Durante la segunda mitad del siglo XX se llegó a la conclusión de que no había suficiente disponibilidad de petróleo (ya sea como reservas o como probabilidad de hallar nuevos yacimientos) para mantener el ritmo de crecimiento del consumo. En consecuencia, ese consumo creciente no era sustentable en el tiempo sencillamente porque el petróleo es finito y se iba a terminar. Desde entonces se hicieron y se siguen haciendo muchas cosas para disminuir el consumo, como el uso de combustibles o fuentes de energía alternativos y la optimización del funcionamiento de máquinas para que funcionen con menor cantidad de combustible.

Hoy en día el concepto de sustentabilidad está muy relacionado con el tipo y grado de impacto ambiental que provoca la producción y el uso de una determinada sustancia. Por ejemplo, a partir de la segunda guerra mundial, se desarrolló el uso de la energía nuclear y hasta se llegó a pensar en que era una gran solución en materia de fuentes de energía frente a la crisis del petróleo. Sin embargo, a medida que avanzaba el desarrollo nuclear y se multiplicaron los ensayos de tipo bélico, fueron surgiendo opiniones cada vez más fuertes en contra del uso de la energía nuclear, basadas en el impacto ambiental que produce la liberación de radiactividad (deliberada o accidental) en algunos lugares en particular, y en la atmósfera en general, y que suponen que harían peligrar las condiciones de vida del planeta. Las quejas lograron detener casi totalmente las pruebas de bombas atómicas (que eran el peor impacto), y el incremento del uso de la energía nuclear ha sido menor que el que se esperaba en un principio.

Este no es un tema sencillo porque tiene componentes políticos, económicos, sociales, con ideas y expresiones que van desde extremos irreconciliables hasta criteriosos términos medios. Además, el impacto ambiental es el resultado de la propia actividad del hombre. La evolución de la inteligencia del ser humano y su capacidad creciente para aprovechar los recursos y los medios a su alcance, para su beneficio, su bienestar y su progreso, provocó y sigue provocando un impacto muy importante en el medio ambiente en el que desarrolla su vida.

No obstante, el hombre no está dispuesto a abandonar los beneficios que alcanzó a través de su progreso a lo largo de la historia. Nadie quiere volver a vivir desnudo y a la intemperie, y a comer animales chicos cuidándose de no ser comido por animales más grandes.

Por esa razón, todas las actividades humanas, incluyendo las fuentes de producción de materias primas y las industrias, siguen funcionando. Y como todas esas actividades producen impacto, lo único que razonablemente se puede hacer es estudiar el impacto que produce cada actividad para tratar de reducirlo a un mínimo, y que ese mínimo sea compatible con las condiciones de vida de la población. Todo esto tiene su expresión institucional mediante leyes, decretos, ordenanzas, reglamentos, que establecen las normas a las que hay que ajustarse en cada caso.

Como ejemplo de la forma en que se maneja el hombre frente a los peligros de los impactos de su propia actividad mencionemos lo que ocurre en una casa familiar. La casa dispone de luz eléctrica mediante la circulación de corriente alternada de 220 voltios, cuya descarga es mortal para el ser humano. También dispone de gas (para cocinas, estufas y calefones) cuya inhalación puede provocar intoxicación y

muerte. A pesar del peligro que significan, la familia prefiere seguir disfrutando de los beneficios que le proporcionan la luz y el gas, y los utiliza cumpliendo con las estrictas normas de instalación y de uso existentes, que minimizan la posibilidad de accidentes que los dañe o los mate.

El ejemplo expuesto sirve para entender cual es el criterio con el que se maneja la mayoría de la gente. En general, la sociedad prefiere tener las fuentes de producción y empleo en las que se fundamentan su progreso y su bienestar, con la condición de que se minimicen los impactos de esas actividades sobre el medio ambiente de tal manera que no se dañe a la población.

En Argentina, el Código de Minería incluye las normas que deben observarse en materia de protección ambiental en relación con las distintas etapas de la actividad minera. Según esas normas, cada etapa que se inicia debe ser precedida por la presentación de un informe de impacto ambiental. La autoridad provincial es la encargada de su aprobación y posterior verificación del cumplimiento de las obligaciones del minero.

Algunos ejemplos de impacto ambiental. Productos y desechos. Previsiones y remediación

La apertura de labores mineras siempre impacta el paisaje superficial, en mayor medida si es a cielo abierto. Las labores subterráneas son menos visibles pero debe preverse que no provoquen problemas de colapso de terrenos o perjudiquen el agua subterránea.

Cuando los yacimientos son masas de sulfuros metálicos se produce lo que se llama drenaje ácido. Este drenaje ácido existe naturalmente pero puede ser incrementado de una manera muy importante cuando se abre un yacimiento de este tipo para su explotación. Se deben prever las instalaciones y las técnicas adecuadas para neutralizar ese efecto.

Tanto en minería subterránea como a cielo abierto, es muy común que, para arrancar el mineral de interés económico, se tenga que extraer material estéril en forma de trozos de roca (cubierta, roca de caja) de distinto tamaño. Este material se deposita lo más cerca posible de las labores mineras, en lugares previamente elegidos. Ese depósito es lo que se llama **escombrera**.

En la mayoría de los casos las escombreras son químicamente inocuas desde el punto de vista de la contaminación ambiental, aunque hay algunas excepciones como las rocas con muchos sulfuros o con sales solubles. El principal impacto de las escombreras es físico y debe preverse su correcta acumulación para que no provoque efectos perjudiciales (endicamiento de corrientes de agua, avalanchas, etc) y su tratamiento al término de la vida de la mina.

Las plantas de concentración de minerales generalmente se usan para separar la mena de la ganga. El producto comercial de estas plantas es el **concentrado**, y el material que se desecha recibe el nombre de **cola**. Las colas de las plantas de concentración son un desecho no se puede almacenar en cualquier parte porque está constituido por minerales de ganga molidos que pueden arrastrar consigo parte de los reactivos utilizados en los diferentes circuitos del proceso de tratamiento. Por eso, el almacenamiento se hace en un lugar previamente adecuado para ese fin, que se llama **dique de colas**. Aún así, debe hacerse lo posible para neutralizar químicamente ese material y, finalmente, prever el tratamiento que se le dará cuando se haga el cierre de la mina.

El conjunto de trabajos que se hacen al cerrar una mina para evitar impactos futuros y recomponer el paisaje, se llama remediación. Hoy en día es obligación que los proyectos mineros incluyan todas las etapas de su vida útil, incluyendo la remediación final.

El concepto mundial de desarrollo sustentable

Para finalizar, debe agregarse que el concepto universalmente aceptado que define el desarrollo sustentable es el introducido por el Informe Brundtland, "Nuestro Futuro Común", en la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo de 1987, que expresa lo siguiente: **"desarrollo sustentable es el que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades"**.

Este concepto es suficientemente elocuente porque relaciona el desarrollo presente con el del futuro, y condiciona y obliga a las actividades productivas, incluyendo a la minería, a satisfacer las necesidades actuales sin perjudicar a las generaciones que vendrán. Se debe hacer un uso racional de los recursos

minerales para evitar crisis en caso de que se agoten y no se puedan sustituir, y cuidar el medio ambiente para que siga siendo apto para la vida porque es el único recurso que no se puede reemplazar.

TEMA 6 - APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL

El aprovechamiento industrial de las materias primas minerales es lo que le da verdadero sustento a la producción minera. Al comenzar el curso ya se puntualizó la importancia que tiene para la vida del ser humano esta actividad. A continuación se describen esquemáticamente las industrias mas importantes y las materias primas minerales que se usan en cada caso

APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE LOS MINERALES (1)			
INDUSTRIA	SUSTANCIA MINERAL QUE SE USA	COMPOSICION	OBSERVACIONES
PLASTICOS	CAL, CARBÓN PETRÓLEO Y GAS	CaO + C Hidrocarburos	Se importan productos derivados
SIDERURGIA (ACERO)	HEMATITA MAGNETITA HULLA CALIZA DOLOMIA	Fe ₂ O ₃ Fe ₃ O ₄ C Roca de CaCO ₃ Roca de CaMg(CO ₃) ₂	Se importa Se importa Se importa Producción interna Producción interna
FERRO ALEACIONES	PIROLUSITA PSILOMELANO CUARZO CROMITA PENTLANDITA	MnO ₂ MnO ₂ .nH ₂ O SiO ₂ FeCr ₂ O ₄ (Ni,Fe)S	Se importa Se importa Producción interna Se importa Se importa
METALURGIA DE: COBRE	CALCOPIRITA CALCOSINA BORNITA COVELINA CUPRITA MALAQUITA AZURITA	CuFeS ₂ Cu ₂ S Cu ₅ FeS ₄ CuS Cu ₂ S CuCO ₃ .Cu(OH) ₂ 2 CuCO ₃ .Cu(OH) ₂	Se importa cobre metálico y manufacturas
ALUMINIO	BAUXITA	Al ₂ O ₃ .nH ₂ O	Se importa
PLOMO	GALENA	PbS	Producción interna
ZINC	BLENDAS	ZnS	Producción interna
ESTAÑO	CASITERITA	SnO ₂	Se importa
ACIDO SULFÚRICO	PIRITA CALCOPIRITA AZUFRE	FeS ₂ CuFeS ₂ S	Se importa

APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE LOS MINERALES (2)			
INDUSTRIA	SUSTANCIA MINERAL QUE SE USA	COMPOSICION	OBSERVACIONES
ABRASIVOS	CALCITA CUARZO CARBÓN RESIDUAL BAUXITA	CaCO_3 SiO_2 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Se importa
INDUSTRIAS QUE REQUIEREN CARGAS MINERALES	CALCITA CALIZA Y MARMOL TRAVERTINO - ONIX YESO TALCO CAOLINITA PIROFILITA	CaCO_3 Roca de CaCO_3 Ídem $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Silicato de Mg Silicato de Al	Producción interna
CARBONATO DE SODIO	CALIZA HALITA TRONA	Roca de CaCO_3 NaCl Carbonato de sodio	Se importa carbonato de sodio
CEMENTO	CALIZA ARCILLA YESO	Roca de CaCO_3 Silicato (Al,Fe) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Producción interna
CAL	CALIZA	Roca de CaCO_3	Producción interna
YESO	YESO	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Producción interna
VIDRIO	CUARZO ARENA CUARZOSA BORAX FELDESPATO CALIZA DOLOMIA CARBONATO DE SODIO	SiO_2 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ KAlSi_3O_8 Roca de CaCO_3 Roca de $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Producción local Se importa carbonato de sodio

Lo que sigue son algunos ejemplos quizá menos conocidos de cosas hechas con materias primas minerales.

SILICONAS - Plásticos que se hacen con cloruro de metilo (derivado de la **sal** y el **petróleo**) y **cuarzo**.

TEFLON - Hecho con freones obtenidos a partir de tetracloruro de carbono, derivado de varias materias primas minerales, y ácido fluorhídrico, hecho con **fluorita**.

CRISTALES PIEZOELECTRICOS - Cristales de **cuarzo**, generalmente cultivados a partir de **cuarzo** natural.

LIQUIDO CONTRASTANTE - Líquido blanco hecho a base de **baritina**, "opaco" ante los rayos "X".

CARGAS MINERALES - Minerales finamente molidos que se agregan, como sustancias inertes, a pinturas, papel, caucho, plásticos y otros. Esto incluye desde los "excipientes" de cualquier remedio o dentífrico hasta los polvos que integran un insecticida o un alimento balanceado. Los minerales más usados son: **calcita**, **yeso**, **caolín**, **bentonita**, **talco**, **pirofilita**.

CARBORUNDUM - Abrasivo artificial que reemplazó al esmeril. Se hace con **cuarzo** y **carbón**.

CLARIFICANTES - La transparencia de los buenos vinos se debe al uso de **bentonita** para eliminar su turbidez natural.

POLVO LIMPIADOR - Es **calcita** (también puede ser cuarzo) molida muy fino.

FIBRA OPTICA Y CELULAS FOTOVOLTAICAS - Se obtienen mediante complejos procesos a partir de **cuarzo**.

TEMA 7 - POLITICA MINERA

POLÍTICA ECONÓMICA

Durante la década de los años noventa se formuló una nueva política minera. Esto no fue un hecho aislado. Por el contrario, su formulación se enmarcó en la política económica definida entre 1989 y 1991. En ese corto lapso se produjeron profundos cambios en la política económica, con importantes reformas que provocaron la apertura de la economía, con la adopción de normas de corte liberal, la eliminación de muchas regulaciones existentes y la promoción de inversiones extranjeras.

Entre otras cosas, se adoptó un nuevo tipo de signo monetario y se dictó la Ley de Convertibilidad que eliminó la hiperinflación. Se reformó la Carta Orgánica del Banco Central transformándolo en una entidad independiente del Gobierno. Se simplificaron los impuestos y se eliminaron subsidios y subvenciones del Tesoro Nacional, como así también la mayoría de las leyes de promoción sectoriales. Además, se derogaron todas las disposiciones que diferenciaban a la inversión extranjera de la nacional y se eliminaron los avales del estado para la financiación externa. Esto fue acompañado de una reforma del estado y la privatización de la mayoría de las empresas estatales. También se implementó el MERCOSUR, una asociación regional destinada a mejorar las condiciones comerciales de los países miembros.

En el año 2001 se produjo una grave crisis que obligó a efectuar algunos cambios en la política económica de los años 90. Sin embargo, la política minera diseñada en esa década sigue siendo, esencialmente, la misma.

POLÍTICA MINERA - POLÍTICA DE ESTADO

En 1992 se recreó la Secretaría de Minería en el ámbito del Ministerio de Economía, dando comienzo a un proceso de reformas en la política minera nacional, que se fue instrumentando a través de la sanción de nuevas leyes y de un **Acuerdo Federal Minero** que firmaron el Presidente de la República y todos los Gobernadores Provinciales el 6 de mayo de 1993. Las leyes que se sancionaron (varias de ellas por unanimidad) fueron las siguientes:

Régimen de inversiones mineras.

La primera de las leyes fue la **Ley de Inversiones Mineras, N° 24.196** (1993), que derogó definitivamente la Ley de Promoción Minera, N° 22.095. La Ley de Inversiones Mineras establece, entre otras cosas:

- a) Estabilidad fiscal por 30 años para los proyectos mineros.
- b) Deducciones en el impuesto a las ganancias de montos invertidos en exploración, investigación y estudio de factibilidad.
- c) Amortización acelerada de inversiones al efecto del impuesto a las ganancias.
- d) Avalúo y capitalización de reservas, sin efectos impositivos.
- e) Exención de derechos, gravámenes y tasas aduaneras para importación de bienes de capital, equipos e insumos para desarrollar proyectos mineros.
- f) Fija un tope de 3% del valor boca mina para el cobro de regalías.
- g) Establece la obligación de constituir una previsión especial para prevenir y subsanar impactos ambientales.

Por **Ley N° 24.296** se incorporó a la producción de piedra partida como beneficiaria de esta Ley, y por **Ley N° 25.161** (1999) se definió el valor boca mina a utilizar para el pago de regalías. Por **Ley N° 25.429** (2001), se introdujeron modificaciones destinadas fundamentalmente a aclarar y precisar el alcance de varios artículos del texto de la Ley N° 24.196.

Ley de Reordenamiento Minero, N° 24.224

Esta ley, sancionada en 1993, tiene tres partes:

- a) Dispone la ejecución de las **cartas geológicas y temáticas** en todo el territorio de la República, y designa a la Secretaría de Minería como Autoridad de Aplicación.

b) Crea el **Consejo Federal de Minería** como organismo asesor de la Secretaría de Minería de la Nación.

c) Reforma un par de aspectos del **Código de Minería**: fija nuevos valores para el canon que se abona como condición de amparo de las propiedades mineras y de los permisos de exploración, e incrementa el tamaño de los permisos de exploración y de las pertenencias mineras, en beneficio de la gran minería.

Ratificación del Acuerdo Federal Minero

La **Ley Nº 24.228** (1993) ratifica el **Acuerdo Federal Minero** (posteriormente ratificado por todas las Legislaturas Provinciales) que tiene una serie de disposiciones que son la base, junto con el funcionamiento del **Consejo Federal de Minería**, para establecer una **política minera consensuada**, de tal manera que alcance el rango de **política de estado**.

Financiamiento para el pago del IVA

La **Ley Nº 24.402** (1994) es un régimen de **financiamiento para el pago del IVA** que favorece a las operaciones de compra o importación definitiva de bienes de capital nuevos, en tanto sean destinados a procesos productivos orientados a la venta en el mercado externo, y las inversiones en obras de infraestructura física para la actividad minera, para sujetos acogidos a la **Ley Nº 24.196**. A esto hay que agregar la devolución anticipada del IVA en el caso de nuevos proyectos mineros incluidos en el régimen de la Ley Nº 24.196.

Reformas al Código de Minería

Por **Ley Nº 24.498**, llamada de **Actualización Minera** (1995), se introdujeron reformas al **Código de Minería**, con el objeto de simplificarlo y mejorarlo. Entre otras cosas se eliminaron figuras en desuso o problemáticas, como nuevo mineral y nuevo criadero, estacas minas, minerales abandonados, y el régimen de remate de minas caducas. También se introdujeron innovaciones como el Catastro Minero, con uso de coordenadas, y la investigación con uso de aeronaves. Además, restableció la concesibilidad de los minerales nucleares.

La **Ley Nº 24.485**, de **Protección Ambiental** (1995), agregó una nueva sección al **Código de Minería** en la que se establecen todas las normas a cumplir por la actividad minera en materia de protección ambiental. Esta sección fue reglamentada en 1996 por el Consejo Federal de Minería a través de las **Normas Complementarias para la Implementación de la Ley 24.585**, con el objeto de aplicar estas disposiciones de manera uniforme en todas las Provincias.

Integración con Chile

Es importante mencionar el **Tratado de Integración y Complementación Minera** firmado por los Gobiernos de **Argentina y Chile** en 1997, aprobado por ambos Congresos unos años después y ratificado definitivamente por ambos presidentes en diciembre de 2000. Este tratado, en la práctica, elimina las limitaciones que durante décadas desalentaron las inversiones en áreas limítrofes y facilita la realización de emprendimientos de empresas de ambos países en cualquier zona de la extensa frontera binacional, incluyendo a yacimientos ubicados en el mismo límite entre ambos países.

Otras leyes

También se sancionaron las Leyes Nº 24.466, por la que se creó el Banco Nacional de Información Geológica, y la Nº 24.523, de creación de un Sistema Nacional de Comercio Minero.

RESULTADOS DE LA POLÍTICA MINERA

En general se considera que la nueva política minera implementada ha sido exitosa. En efecto, se produjeron grandes inversiones en exploración y en proyectos productivos, con una importante afluencia de capitales desde el exterior, se aumentó la producción y hubo un sustancial incremento de las exportaciones, y se crearon nuevas fuentes de producción y trabajo.

No obstante, ese éxito se dio en las grandes empresas y también en algunas medianas. En cambio, muchas pequeñas empresas (empresas argentinas que producen minerales industriales). fueron perjudicadas por la misma política.

Últimamente, la devaluación de nuestra moneda, operada a partir del año 2002, ha mejorado la ecuación económica de muchos pequeños productores y se nota una reactivación. Además se abren posibilidades de sustituir importaciones y, en algunos casos, aumentar las exportaciones.

En el cuadro que sigue se relacionan las inversiones en exploración y en procesos productivos. Los años 1991 y 1992 representan los niveles normales de inversión antes de la política minera descripta. A partir de 1993 comenzó un nuevo ciclo caracterizado por un aumento significativo en los montos anuales de inversión.

INVERSIONES EN EXPLORACIÓN Y EN PRODUCCIÓN 1991 - 2004 (en millones de dólares)
Fuente: Dirección Nacional de Minería

Inversiones	1991	1992	1993	1994	1995	1996
En exploración	4	5	15	51	80	110
En producción	7	12	17	23	101	708

1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
130	100	80	140	47	60	80	90
658	249	167	231	142	102	154	485

Conviene aclarar que los picos de inversión mas notables corresponden a la construcción y puesta en marcha de los proyectos productivos mas destacados, como Bajo de la Alumbrera, Cerro Vanguardia y Mina Fénix, durante 1996 y 1997, y la mina Veladero en 2004.

TEMA 8 - ECONOMIA MINERA

PAIS MINERO O PAIS CON MINERÍA (?)

En la década de los años 90, nuestro país produjo una serie de cambios en las reglas de juego que se aplican en materia de minería. Dichos cambios consiguieron atraer capitales de las empresas multinacionales que manejan los grandes negocios mineros del mundo. Así se produjeron importantes inversiones en exploración y en proyectos, inversiones que cambiaron el tradicional perfil de país netamente importador de sustancias minerales. En el capítulo anterior ya se expusieron las cifras concretas de las inversiones realizadas a partir de la década de 1990.

Con una inversión total de unos 1.600 millones de dólares se pusieron en producción tres importantes yacimientos: Bajo de la Alumbrera (cobre, oro) y Salar del Hombre Muerto (sales de litio) en Catamarca, y Cerro Vanguardia (oro, plata) en Santa Cruz. En un nivel mas modesto de inversiones, también se pusieron en marcha explotaciones como las de boratos de Loma Blanca, en Jujuy, de plata de la mina Martha, en Santa Cruz, de granitos y mármoles en Córdoba y San Luis, de yeso en Mendoza y de pórfidos en Chubut y Río Negro

Otras inversiones destacadas pusieron en estado avanzado de exploración o a nivel de factibilidad a proyectos como Pascua Lama y Veladero (oro y plata), y Pachón (cobre) en San Juan, San Jorge (cobre), El Petizo (azufre) y Río Colorado (sales de potasio) en Mendoza, Cordón de Esquel (oro y plata) en Chubut, Manantial Espejo (oro y plata) en Santa Cruz, y Agua Rica (cobre y molibdeno) en Catamarca.

De esta manera, de considerarse un **país sin minería**, Argentina pasó a ser **un país con minería**. No debe confundirse este concepto con el de un **país minero**. Argentina no es ni será un país minero porque tiene una economía altamente diversificada.

PRODUCCION MINERA ARGENTINA - Valor en miles de \$ de 1992)						
Fuente: Dirección Nacional de Minería						
Años	Combustibles sólidos	Minerales Metalíferos	Minerales no Metalíferos	Rocas de Aplicación	Piedras Preciosas	Total
1992		55.875	120.603	257.170	5	433.653
1993		44.136	126.264	308.023	1.194	479.618
1994		40.821	119.248	306.646	957	467.674
1995		42.357	123.717	345.208	1.402	512.685
1996		40.287	149.456	351.768	1.480	542.992
1997	18.147	111.076	110.233	364.361	214	604.032
1998	15.846	508.946	103.748	338.973	-	967.513
1999	25.688	700.043	97.535	333.601	330	1.157.200
2000	17.867	739.410	109.541	274.470	362	1.141.652
2001*	10.879	699.824	91.052	217.678	425	1.019.859
2002*	4.089	737.405	78.496	204.980	465	1.025.436
2003(e)		697.686	83.991	235.726	498	1.017.902

*Datos provisorios - (e) Datos estimados

EXPORTACION E IMPORTACION - Fuente: Dirección Nacional de Minería

EXPORTACIONES DE SUSTANCIAS MINERALES Y PRODUCTOS DERIVADOS - VALOR FOB EN MILES DE U\$S								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002p	2003p
METALIFEROS	188,008	225,645	578,322	689,698	624,499	675,814	911,420	
NO METALIFEROS	42,192	50,541	57,408	62,353	64,339	55,869	54,041	
ROCAS DE APLICACIÓN	22,448	25,874	23,075	22,055	21,375	22,119	24,381	
PIEDRAS SEMIPRECIOSAS	321	315	338	426	632	422	154	
COMBUSTIBLES SOLIDOS	10	14	8	32	9	20	8	
TOTAL	252,979	302,389	659,151	774,564	710,854	754,244	990,004	1.059.783

IMPORTACIONES DE SUSTANCIAS MINERALES Y PRODUCTOS DERIVADOS - VALOR CIF EN MILES DE U\$S								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002p	2003
METALIFEROS	329,358	357,591	371,102	240,489	317,889	266,216	351,765	
NO METALIFEROS	141,408	138,246	134,402	136,984	153,810	140,645	37,087	
ROCAS DE APLICACIÓN	26,249	41,951	46,288	41,398	39,119	36,159	5,903	
PIEDRAS SEMIPRECIOSAS	41	72	95	61	101	101	1	
COMBUSTIBLES SOLIDOS	66,218	65,162	54,549	41,255	47,650	40,238	48,216	
TOTAL	563,274	603,022	606,436	460,187	558,569	483,359	442,972	529.419

MINAS Y PROYECTOS MINEROS IMPORTANTES

1.- PROYECTO PIRQUITAS - Prov. de Jujuy - Estado: estudio de factibilidad
Mineralización diseminada de plata, estaño y zinc - Reservas: 23,9 millones de toneladas con 165 gr/ton. de Ag, 0,3% de Sn y 0,61% de Zn.
Empresa: Silver Standard - Inversión prevista: u\$s 120.000.000 -

2.- MINA AGUILAR - Prov. de Jujuy - Está en producción desde 1936. La producción acumulada desde entonces es de 30 millones de toneladas. Mineralización: zinc, plomo y plata
Empresa: Compañía Minera Aguilar
Método de explotación: laboreo subterráneo - Mano de obra ocupada: 600
Productos: Concentrados de plomo - plata y de zinc. Posee fundiciones propias

3.- MINAS PUESTO VIEJO Y 9 DE OCTUBRE - Prov. de Jujuy - (actualmente inactivas)
Mineralización: hierro - Proveyeron a Altos Hornos Zapla

4.- MINA LOMA BLANCA - Prov. de Jujuy. En actividad.
Mineralización: Boratos (tincal, inyoíta y ulexita) - Reservas: 20 millones de toneladas

Empresa: Procesadora de Boratos S.A. -

Inversión: u\$s 14.000.000.- Vida del proyecto: 20 años

Método de explotación: a cielo abierto - Mano de obra ocupada: 85

Productos: concentrados de tincal y ulexita

5.- MINA TINCALAYU – Prov. de Salta - En explotación desde hace 40 años.

Mineralización: Boratos (bórax o tincal, kernita, ulexita y otros).

Empresa Borax Argentina S.A. - Productos: borax y otros boratos elaborados

6.- MINA FENIX - SALAR DEL HOMBRE MUERTO - Prov. de Catamarca - En actividad.

Mineralización: Sales de litio - Método de explotación: extracción de salmueras con litio por bombeo

Empresa: Minera del Altiplano S.A. (FMC Lithium Corp.) - Mano de obra ocupada (directa): 160 personas

Inversión: u\$s 137.000.000.- Vida del proyecto: 40 años

Productos: Carbonato de litio y cloruro de litio

7.- MINA BAJO DE LA ALUMBRERA - Prov. de Catamarca - En actividad.

Mineralización: cobre y oro (tipo pórfido cuprífero) - Reservas: 700.000.000 toneladas

Empresa Minera Alumbra LTD (20% de YMAD)

Inversión: u\$s 1.300.000.000 - Vida del proyecto: 18 años

Mano de obra ocupada: 800 directos y mas de 2.400 indirectos

Método de explotación: a cielo abierto - Productos: Concentrados de cobre y metal doré

8.- PROYECTO AGUA RICA - Prov. de Catamarca - Estado: Estudio de factibilidad

Mineralización: cobre y oro tipo pórfido cuprífero - Reservas 750 millones de toneladas

Empresa minera Northern Orion - Inversión prevista: u\$s 500.000.000

Bienes a producir: concentrados de cobre y oro.

9.- PROYECTO DISTRITO FAMATINA - Prov. de La Rioja - Estado: en exploración bajo la operación de Barrick Exploraciones Argentina S.A.

Mineralización: cobre, oro, molibdeno - Empresa provincial YAMIRI

10.- PROYECTO PASCUA - LAMA - Lama es la parte argentina (Prov. de San Juan) y Pascua es la parte chilena (Tercera Región de Atacama) de un mismo yacimiento - Mineralización: oro y plata - tipo disseminado - Reservas: 17 millones de onzas de oro y 560 millones de onzas de plata

Empresa: Barrick Gold Corporation - Inversión prevista: u\$s 1.250 000.000

Estado: estudio de factibilidad.

11.- MINA VELADERO - Prov. de San Juan – En producción

Mineralización: disseminada oro y plata - Reservas: 11 millones de onzas de oro y 150 millones de plata.

Empresa: Barrick Gold Corporation fusionada con Homestake - IPEEM de San Juan tiene participación del 5%.

Inversión realizada: u\$s 570.000.000 - Puestos de trabajo: 700

12.- PROYECTO PACHON - Prov. de San Juan

Mineralización: cobre con molibdeno - tipo pórfido cuprífero - Reservas: 800.000.000 toneladas.

Empresa: Noranda - Inversión prevista: u\$s 794.000.000 - Estado: estudio de factibilidad

13.- PRECORDILLERA DE SAN JUAN - Jáchal, Albardón, Sarmiento, Prov. de San Juan - Mineralización: calizas - Es una región con varias empresas con yacimientos en explotación y plantas elaboradoras de cal.

14.- SIERRAS DE CORDOBA - Prov. de Córdoba - Es una región con importante producción de calizas, mármoles, granitos, cuarzo, feldespato y mica.

15.- SIERRAS DE SAN LUIS - Prov. de San Luis - Es una región con importante producción de mármoles, granitos, cuarzo, feldespato y mica.

16.- SALINA DEL BEBEDERO - Prov. de San Luis - Mineralización: sal

17.- PROYECTO SAN JORGE - Prov. de Mendoza

Mineralización: cobre y oro - tipo pórfido cuprífero - Reservas: 381.000.000 toneladas

Empresa: Lumina Copper, adquirido a Grupo Minero Aconcagua - Estado: pre-factibilidad
Inversión estimada: u\$s 110.000.000

18.- PROYECTO PARAMILLOS - Provincia de Mendoza - Mineralización: diseminada de cobre y oro.
Estado: exploración

19.- MINA SIERRA PINTADA - Prov. de Mendoza - Mineralización: uranio
Empresa: CNEA - Estado explotación suspendida y proyecto de reactivación

20.- PROYECTO LOMA DEL PETISO - Prov. de Mendoza - Mineralización: azufre - Estado: exploración

21.- PROYECTO RIO COLORADO - Prov. de Mendoza - Mineralización: cloruro de potasio - Tipo sedimentario evaporítico -
Empresa: Potasio Río Colorado S.A. con opción de compra para Río Tinto -Inversión prevista: u\$s 350.000.000

22.- OLAVARRÍA - TANDIL - Prov. de Buenos Aires - Es una región con importante producción de calizas, mármoles y granitos, y las mas grandes fábricas de cemento

23.- PROSPECTO PUNTA ALTA, SAN CLEMENTE Y SAN BLAS - Prov. de Buenos Aires -Mineralización: titanio en arenas de playa. Estado: estudios preliminares

24.- MINA SIERRA GRANDE - Prov. de Río Negro - Mineralización: hierro - En proceso de reactivación

25.- PROYECTO CERRO SOLO - Prov. de Chubut - Mineralización: uranio.
Empresa: CNEA - Estudio de factibilidad

26.- PROSPECTO DELTA, GUANACOTE Y CARMEN - Prov. de Chubut - Es una región con muchos yacimientos de fluorita.

27.- RIO CHUBUT - Prov. de Chubut - Es una región con varios yacimientos que producen caolín

28.- PROYECTO CORDÓN DE ESQUEL - Prov. de Chubut -
Mineralización: oro y plata en vetas . Reservas: 4,5 millones de onzas de oro y 8 millones de plata.
Empresa: Minera el Desquite (Meridian Gold)
Inversión prevista: u\$s 166.000.000.- Estado: estudio de factibilidad y suspendido.

29a.- CERRO VANGUARDIA - Prov. de Santa Cruz - Mineralización: oro y plata en vetas
Empresa: Cerro Vanguardia S.A. - Estado: en producción.
Inversión: u\$s 197.000.000 - Vida del proyecto: 16 años -
Mano de obra ocupada: 467 (307 directos y 160 contratados permanentes)
Método de explotación: a cielo abierto - Productos: bullión de oro y plata

29b.- MINA VETA MARTHA - Prov. de Santa Cruz (en actividad) - Mineralización: plata y oro en vetas
Empresa: Coeur D'Alene -Inversión prevista: u\$s 10.000.000

29c.- PROYECTO MANANTIAL ESPEJO - Prov. de Santa Cruz - Mineralización: oro y plata en vetas
Empresa: Black Hawk Mining y Barrick Exploraciones Argentina S.A.

30.- MINA RIO TURBIO - Prov. de Santa Cruz (en actividad) - Mineralización: carbón.

31.- PROSPECTO VICUÑA - Prov. de San Juan - Mineralización: oro y plata - Empresa: Tenke - JOGMEC

32.- PROSPECTO CERRO SAMENTA - Prov. de Salta - Mineralización: cobre tipo diseminado
Empresa: Mansfield -

33.- PROSPECTO TACA TACA - Prov. de Salta -Mineralización: cobre y oro tipo pórfido cuprífero
Empresa: Río Tinto

34.- **PROYECTO HUALILÁN** - Prov. de San Juan -Mineralización: oro, con zinc, plomo y cobre, en vetas

Empresa: Cía. La Mancha Resources - Inversión prevista: u\$s 13.000.000 -

35.- PROYECTO LA CABEZA - Prov. de Mendoza - Mineralización de oro y plata
Estado: exploración - Empresa Exeter Resources

LAS INSTITUCIONES DE LA MINERÍA

En cada Provincia hay una Autoridad Minera que, en la mayoría de los casos, depende del Poder Ejecutivo. Lo mas frecuente es que tenga rango de Dirección de Minería, aunque hay algunas Secretarías o Subsecretarías de Minería. En unos pocos casos la Autoridad minera es un Juez de Minas, dependiente del Poder Judicial (como en Salta) o dependiente del Poder Ejecutivo (como en Jujuy).

A nivel nacional, la Autoridad de Aplicación en materia de minería es, actualmente, la Secretaría de Minería, dependiente del Ministerio de Planificación Federal. Su faz operativa comprende una Dirección Nacional de Minería y un organismo descentralizado (con administración propia) que es el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).

El Consejo Federal de Minería (COFEMIN) es el organismo asesor del Gobierno Nacional en materia de política minera. Está constituido por un representante de cada Provincia y uno de la Nación.

Las empresas están agremiadas en Cámaras o Centros empresarios locales y provinciales, y también existen Cámaras a nivel nacional que agrupan a las anteriores.

Los trabajadores están agrupados en un sindicato que es la Asociación Obrera Minera Argentina (AOMA)

BIBLIOGRAFIA

DIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA. *Estadística Minera de la República Argentina*

HAMRIN H. (1986) *Guía de la Minería Subterránea*. Atlas Copco ABH TAB 22, Estocolmo, Suecia.

MILLAN U. A. (1996) *Evaluación y Factibilidad de Proyectos Mineros*. Edit. Universitaria. Santiago de Chile.

NOVITZKY A. (1978) *Prospección, Exploración y Evaluación*. Edic. propia, Buenos Aires.

PANORAMA MINERO. Compendio de las Industrias de Base Mineral y de la Minería Argentina. Ediciones anuales, Bs.As.

RUTLAND R. W. R. (1997) *The Sustainability of Mineral Use*. AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics. 17 (1). Camberra.

TAGGART A. (1966) *Elementos de Preparación de Minerales*. Edic. Interciencia, Madrid.

ZAPPETTINI E. (editor) (1999) Recursos Minerales de la República Argentina. Anales 35, IGRM – SEGEMAR, Bs. As.

ANEXO 1 - Mapa de ubicación de yacimientos y prospectos

ANEXO 2

CIANURO – SU USO EN LA MINERÍA DEL ORO

El cianuro (químicamente NaCN – cianuro de sodio) es una sustancia que tiene varios usos industriales. Entre otras cosas se utiliza como disolvente en el proceso de beneficio del oro en las plantas de tratamiento que operan en minas de ese metal.

Es una sustancia venenosa, altamente tóxica, cuya producción, manejo, transporte y uso requieren una gran cuidado, y están sujetas a normas de seguridad y de protección ambiental muy estrictas

En la Argentina esta sustancia se importa porque no se produce en el país. Desde su arribo al puerto hasta la planta de tratamiento de minerales, se transporta en forma de sólido, en contenedores especialmente preparados para ello, por vía terrestre, cumpliendo estrictas normas nacionales e internacionales relacionadas al transporte de sustancias peligrosas. Esas normas incluyen un plan de contingencias para el caso de un eventual accidente.

La planta de tratamiento que recibe el cianuro debe tener un lugar de almacenamiento sujeto a las mismas normas de seguridad.

Para ser usado en el proceso de beneficio del oro, el cianuro es disuelto en agua alcalina (agua con hidróxido de sodio u otra sustancia alcalina) e introducido en el circuito de la planta. La alcalinidad también es un requisito de seguridad, y la solución debe mantenerse a un pH de 10 o mas alto. De esta manera se evita totalmente la aparición del mecanismo de hidrólisis que podría generar la formación de pequeños desprendimientos de ácido cianhídrico (HCN), un gas cuya inhalación puede provocar intoxicación.

En la práctica se usan sensores y alarmas para la detección de cianhídrico al efecto de tener un control permanente de este aspecto y realizar inmediatamente las correcciones que hagan falta ante cualquier inconveniente.

Por otra parte, todos los recipientes que contengan solución de cianuro deben estar dotados de sistemas de contención impermeables para el caso de inesperados derrames.

Solución y beneficio del oro. Recuperación de cianuro.

Los procesos que se usan en las plantas de beneficio sirven para separar el oro (generalmente acompañado con plata) de los demás elementos o sustancias con las que está asociado en el mineral de la mina. Esto se consigue con una suma de métodos físicos y químicos. Entre los métodos químicos, uno de los mas usados es la disolución con cianuro y la posterior precipitación selectiva del oro usando para ello carbón activado. Después se funde este precipitado y se obtiene el “bullión” (especie de lingote de oro y plata).

El proceso químico recupera y recicla el cianuro disuelto para utilizarlo nuevamente. Sin embargo dicha recuperación no es de un 100%. Debido a circunstancias del proceso técnicamente inevitables hay una parte del cianuro que no se recupera. Por ejemplo, en el caso de la planta de Cerro Vanguardia, esta parte que no se recupera puede alcanzar a un 20% (Recursos Minerales de la República Argentina, 1999).

Esta “pérdida” debe ser tratada, neutralizada y destruída para que no constituya un efluente peligroso, aún acumulándolo en un dique de colas.

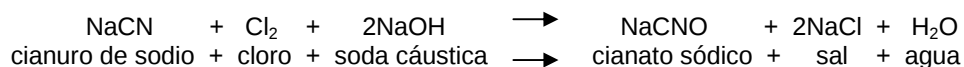
Destrucción del cianuro de los efluentes.

El cianuro que no se recupera para su reciclado pasa a formar parte de las colas o desechos de la planta. Este cianuro se puede destruir totalmente antes del almacenamiento en el dique de colas para que no constituya un problema futuro.

Se conocen varios métodos para destruir químicamente el cianuro y los proveedores habituales también ofrecen las tecnologías adecuadas para llevarlo a cabo. Por ejemplo, una de las que se ofrece en nuestro país (Panorama Minero N° 288, 2003) es el que se describe a continuación.

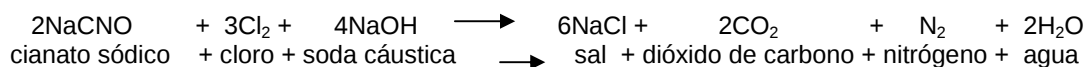
"La solución con el cianuro remanente debe pasar por tres tanques en forma sucesiva.

En el primer tanque se mide el pH y, si hace falta, se agrega soda cáustica (NaOH) para mantener el pH por encima de 10. También se mide el potencial de óxido reducción y se inyecta gas cloro (Cl) para que su valor supere los 400 mV. En esas condiciones, y en un lapso de 5 a 10 minutos se produce la siguiente reacción:



En un segundo tanque se disminuye el pH a valores entre 7 y 8, en un período de 2 a 5 minutos.

En el tercer tanque se inyecta gas cloro para elevar el potencial de oxidación reducción por encima de 600 mV, manteniendo el pH entre 7 y 8. En estas nuevas condiciones y en un lapso de 10 a 15 minutos, se produce la siguiente reacción:



De esta forma el cianuro se convierte finalmente en compuestos inofensivos (sal, dióxido de carbono, nitrógeno y agua), cuya eliminación es sencilla".

ANEXO 3

Minerales de uso común en la construcción de la vivienda y en el menaje de la misma.

Modificado de M. Aclan (Panorama Minero, 2004)

-
- | | |
|---|--|
| <p>1) Estructura y contrapisos</p> <ul style="list-style-type: none"> · Hormigón <li style="padding-left: 20px;">Cemento: Caliza, arcilla, yeso <li style="padding-left: 20px;">Agregados: Arena, grava, piedra partida, otros. · Hormigón armado <li style="padding-left: 20px;">Cemento <li style="padding-left: 20px;">Agregados <li style="padding-left: 20px;">Aceros: Mineral de hierro, carbón, caliza, dolomita, otros <p>2) Muros</p> <ul style="list-style-type: none"> · Ladrillos: arcillas a.. · Bloques: hormigón ~ · Adobe: arcillas moldeadas y secadas al sol · Rocas: sillar; planchas para revestimientos · Bloques de vidrio · Mezcla: cemento, cal, arena · Revoque: cal, arena · Enlucido: Yeso · Pintura: Cal, caliza, titanio, baritina, otros. <p>3) Pisos</p> <ul style="list-style-type: none"> · Cemento alisado · Baldosas: Cemento, granulado calcáreo, otros · Cerámicos: Arcillas, boratos, feldespatos · Granitos · Mármoles · Lajas <p>4) Techos</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tejas: arcillas · Chapas galvanizadas: Acero, zinc · Chapas: Aluminio, cobre, plomo · Cielorraso: Yeso, placas de yeso, aluminio anodizado · Membrana (aluminio, asfalto, pedsregullo) · Aislación: Lana de vidrio <p>5) Aberturas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Acero · Aluminio · Vidrios: Sílice, carbonato de sodio, caliza, metales, otros | <p>6) Cocinas y Baños</p> <ul style="list-style-type: none"> · Acero Inoxidable, acero enlozado, otros. · Mesada: Acero inoxidable, granitos, mármoles, otros · Piso/Pared <li style="padding-left: 20px;">Cerámicos <li style="padding-left: 20px;">Mármoles, granitos, otros. · Cañerías: Cobre, plomo, acero, otros · Grifería: Acero, bronce (cobre, cinc), otros <li style="padding-left: 20px;">Utensilios: Acero, aluminio, cobre, otros <li style="padding-left: 20px;">Artefactos: Arcilla, boratos, hierro · Espejos: Vidrio, mercurio · Línea blanca: Acero, cobre, vidrio, titanio, zinc, níquel, otros <p>7) Automotores</p> <ul style="list-style-type: none"> · Acero, aluminio, cinc, plata, cobre, plomo, calcio, grafito, vidrio, litio, otros <p>8) Equipos de computación · Oro, plata cobre, vidrio, otros.</p> <p>9) Instalaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> · Eléctricas <li style="padding-left: 20px;">Cobre <li style="padding-left: 20px;">Aluminio <li style="padding-left: 20px;">Acero <li style="padding-left: 20px;">Hierro galvanizado Agua potable <li style="padding-left: 20px;">Cobre <li style="padding-left: 20px;">Plomo <li style="padding-left: 20px;">Hierro galvanizado Conductos cloacas y desagües <li style="padding-left: 20px;">Hierro, Otros <p>10) Parques y jardines</p> <ul style="list-style-type: none"> Fertilizantes y enmiendas Roca fosfática Sales de potasio Calizas, dolomitas Yeso, azufre Boratos Otros |
|---|--|