

---

# Preguntas y respuestas sobre minería

Septiembre 2013

---

GREENPEACE

# Preguntas y respuestas sobre minería.

Informe supervisado y corregido por el Dr. Robert Moran (\*)

## Introducción:

El cambio en la legislación en los años 90 y el aumento del precio internacional de los metales preciosos –un caso emblemático es la suba del precio del oro- han facilitado el “boom” de las inversiones en explotaciones mineras en la América Latina.

En Argentina, Chile, Colombia y Perú, decenas de empresas han obtenido permisos de exploración y/o explotación minera en la cordillera de Los Andes en estos últimos 25 años.

Hoy, la minería metalífera más común es la que explota minerales ampliamente diseminados de menor grado, utilizando métodos a cielo abierto. Si bien unas pocas minas se desarrollaron a comienzos del siglo XX utilizando esta metodología, la mayor parte de la minería a cielo abierto, especialmente la de oro, se expandió durante la década del '70 y posteriores.

Los métodos a cielo abierto son los más económicos y rápidos para extraer los minerales. Sin embargo, esta metodología es a menudo la más contaminante, dado que también genera enormes cantidades de desechos de roca y polvo, y contamina grandes cantidades de agua, teniendo consecuencias perjudiciales para el medio ambiente.

Es por ello que el “boom” minero en la región ha provocado una creciente preocupación y movilización de las comunidades y organizaciones de la sociedad civil por los impactos que genera este tipo de actividad.

En este contexto, el presente informe tiene como finalidad brindar respuestas a preguntas básicas sobre los impactos ambientales que la minería, bajo la metodología a cielo abierto, genera en el ambiente.



## 1. ¿Qué es la minería a cielo abierto?

La minería a cielo abierto consiste en extraer minerales/ materiales económicamente valiosos (por ejemplo oro, plata, cobre, plomo, cinc, uranio, carbón, etc.) mediante la excavación de pozos o tajos inmensos en la superficie de la tierra, en lugar de la construcción de galerías o túneles. Las minas a cielo abierto modernas pueden medir de 1,5 km a 3 km de largo y de ancho y, ocasionalmente, pueden tener más de 600 metros de profundidad.

La mayoría de los minerales metálicos se encuentran naturalmente, ya sea en vetas de elevada concentración, o en depósitos ampliamente diseminados, de menor concentración. Esto es lo que llamamos minerales en alta ley o en baja ley.

Históricamente, la mayor parte de la minería metalífera era llevada a cabo en forma subterránea, en túneles y pozos explotando vetas de alto grado. La mayoría de estos depósitos de alto grado han sido desarrollados y agotados. Por lo tanto, la minería metalífera más moderna explota minerales ampliamente diseminados de menor grado, utilizando métodos a cielo abierto.

Si bien unas pocas minas de cobre y otros metales se desarrollaron a comienzos del siglo XX utilizando esta metodología, la mayor parte de la minería a cielo abierto, especialmente la aurífera, se expandió durante la década del '70 y posteriores.

Entre las razones de la expansión de la minería a cielo abierto podemos destacar: el drástico aumento de los precios de los metales preciosos, las mejoras aplicadas al uso de técnicas de lixiviación con cianuro (y otras), y el equipo mecánico pesado se volvió más fiable. Al mismo tiempo, los costos de mano de obra también aumentaron, influyendo aún más en el cambio hacia la minería a cielo abierto mecanizada.

Los métodos a cielo abierto son los métodos más económicos y rápidos para extraer los minerales deseados. Sin embargo, esta metodología es a menudo la más contaminante dado que también genera enormes cantidades de roca estéril y polvo, y contamina grandes cantidades de agua, teniendo consecuencias perjudiciales para el medio ambiente.

## 2. ¿Dónde se está llevando a cabo la minería a cielo abierto más moderna?

La mayoría de las minas a cielo abierto están siendo operadas en las regiones menos desarrolladas de Latinoamérica, África y Asia.

Con frecuencia, la industria argumenta que esto se debe a que los depósitos de mayor grado de concentración<sup>1</sup> ya han sido explotados en los países desarrollados y por ello se da la expansión a nuevos territorios.

Sin embargo, dado que la mayoría de estas minas explota menas<sup>2</sup> de grado relativamente bajo, parece que estas regiones son en realidad más atractivas por las siguientes razones:

- La capacidad para supervisar y regir eficientemente estas complejas actividades por parte de los organismos gubernamentales del mundo en vías de desarrollo es débil o inexistente;
- Los costos operativos y de mano de obra son bajos en relación a los de los países desarrollados;
- La aplicación de las regulaciones ambientales y socioeconómicas es laxa;
- Las responsabilidades legales, tanto a largo como a corto plazo, son mucho menos costosas.



Activistas de Greenpeace bloquean acceso a mina Veladero de la Barrick Gold. San Juan. Febrero 2011

### 3. Las mineras, ¿emplean la misma calidad de prácticas ambientales y socioeconómicas en los países en vías de desarrollo que en los países altamente desarrollados?

No, las compañías mineras no emplean las mismas prácticas en los países desarrollados y en los no desarrollados, a pesar de lo que se afirma en sus documentos de relaciones públicas y discursos. Muchas de estas diferencias derivan de las capacidades significativamente más débiles de los organismos reguladores de los países en vías de desarrollo para gobernar efectivamente la minería y actividades relacionadas. En general, el personal regulador carece de adecuada formación, presupuesto, equipamiento y apoyo político, necesarios para supervisar dichas actividades.

En la actualidad, algunos países han aprobado tantas concesiones mineras de exploración y explotación (por ejemplo Guatemala, Perú, Colombia, etc.) que, incluso si hubiese personal y presupuestos adecuados disponibles, los reguladores no tendrían la capacidad de supervisar responsablemente tantos proyectos.

Con frecuencia, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)<sup>3</sup> de los emprendimientos mineros que es aprobada según evaluaciones técnicas de ministerios o secretarías locales, se consideraría totalmente inaceptable e insuficiente en los países desarrollados. Estas EIA, inevitablemente, se apoyan en estudios técnicos que no serían aceptables en Canadá, EEUU, Australia y el oeste de Europa, a pesar de que la casa matriz de estas compañías pueda tener base física en uno de estos países. Del mismo modo, la calidad del proceso de consulta pública en el que pueden participar las comunidades en los países en desarrollo sería inaceptable en el mundo desarrollado.

### 4. ¿Cuál es la vida útil normal de las minas metalíferas?

La vida operativa de las minas auríferas modernas suele variar desde 5 a 10 años, y hasta 20 años o poco más. Las minas de vida más larga suelen ser las más grandes, especialmente cuando además del oro se extraen otros metales de las menas, tales como cobre, plata, platino, etc. Estas cifras, por supuesto, no incluyen los años de exploración y actividades posteriores al cierre.

Las minas de metales básicos, especialmente las grandes minas de cobre, pero también las de plomo y cinc, tienden a tener vidas operativas más largas, a menudo de 50 a 100 años. Estas operaciones suelen extraer cobre, junto con oro, plata, molibdeno, selenio, etc. Algunos ejemplos de este tipo de minas son: Chuquicamata, Chile; Kennecott Bingham Canyon, Utah, EEUU; Southern Copper Corporation Perú, etc.

Obviamente, la vida útil real varía con el grado del mineral presente y los precios<sup>4</sup> internacionales de los productos.

## 5. ¿Cómo es el proceso por el cual se extrae el mineral bajo la modalidad “cielo abierto”?

Cómo se mencionó en la respuesta 1, la minería a cielo abierto consiste en extraer minerales valiosos mediante la excavación de pozos o tajos inmensos en la superficie de la tierra.

La roca que contiene los minerales económicamente valiosos se denomina mena. Generalmente las menas se encuentran cubiertas por suelos (materiales ricos en materia orgánica que permiten el crecimiento de la vegetación) y desechos de roca que contiene cantidades antieconómicas de minerales, que deben ser removidos antes de que las menas puedan ser procesadas.

La excavación de la fosa o tajo abierto se logra mediante la utilización de cantidades masivas de explosivos e inmensa maquinaria de movimiento de tierras para remover los desechos y extraer las menas. Las menas son removidas de la fosa generalmente con camiones, pero a veces se remueven por sistemas mecánicos de transporte hasta una planta de procesamiento u otras instalaciones de procesamiento como los de extracción por lixiviación<sup>5</sup>.

Los suelos removidos para alcanzar las menas son generalmente almacenados en pilas de acopio para su posible uso en una recomposición posterior (en caso de haber recomposición).

Después de la voladura, los desechos de roca también son extraídos de la fosa con camiones y colocados en pilas, por lo general cerca de los márgenes de la misma. Estos materiales son simplemente residuos y rara vez se utilizan para otros fines. Las pilas de desechos de roca pueden tener muchos cientos de metros de altura cubriendo superficies muy grandes<sup>6</sup>.

Las menas que ingresan a una planta de procesamiento (tradicionalmente llamadas “cabezas”) son primero quebradas, trituradas, molidas y luego mezcladas con una amplia variedad de productos químicos de proceso, tanto orgánicos como inorgánicos, y enormes cantidades de agua. A través de una serie de complejas etapas físicas y químicas – que varían dependiendo del tipo de menas – los productos valiosos son extraídos (por ejemplo oro, cobre, etc.) y los residuos son descargados en una instalación de almacenamiento. Los residuos de proceso descargados se denominan comúnmente “colas”, o a veces relaves, y son una mezcla sólido-líquida, aproximadamente del 50 por ciento de cada uno. Las colas resultantes del proceso son destinadas a un embalse o depósito denominado dique de cola.

**Nótese que los residuos de la minería a cielo abierto y su procesamiento (predominantemente desechos de roca y colas) permanecerán en el sitio PARA SIEMPRE, no simplemente de 50 a 100 años, sino PARA SIEMPRE.**

### A cielo abierto (antes de la explotación)

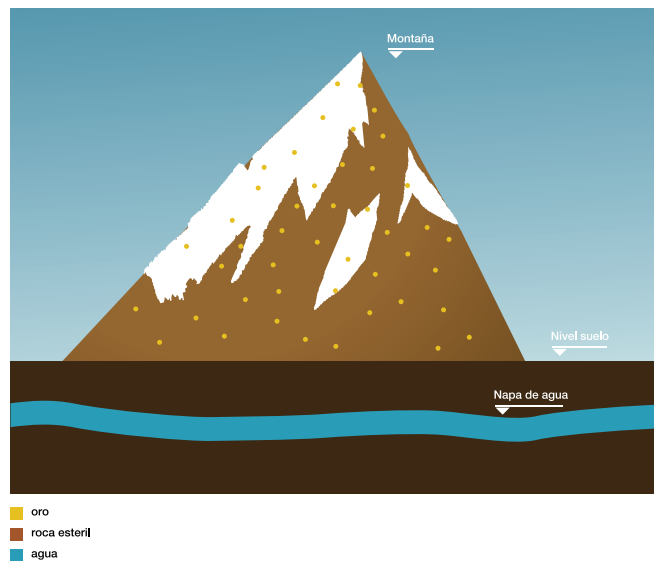
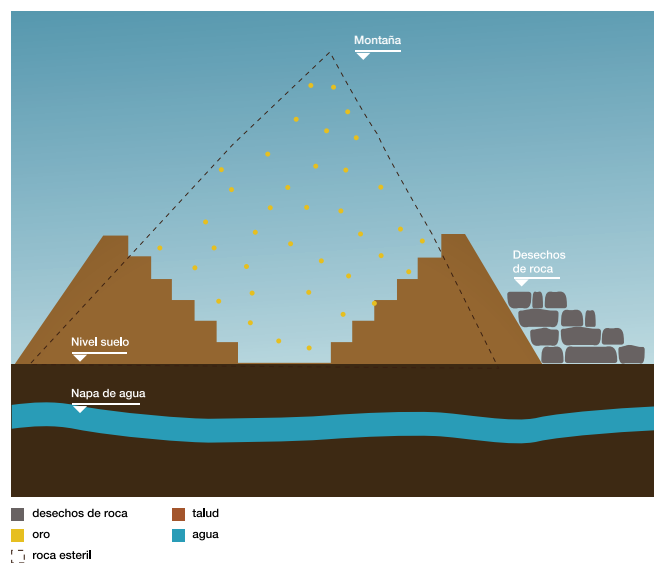


Figura 1. Extracción de minerales bajo la modalidad cielo abierto (bajo grado).

Como puede verse en la figura, este tipo de minería literalmente borra la montaña.

**Dado que la mena está dispersa, se debe extraer más de una tonelada de desecho de roca para obtener alrededor de 0,01 gramos de oro.**

### A cielo abierto (luego de la explotación)



Por otro lado, la explotación de vetas de alto grado se refiere a una elevada proporción de mineral en relación a la roca estéril. La minería de alto grado produce mucha menos roca residual (desechos de roca) y, en general, menos contaminación del agua y el aire.

## De galería

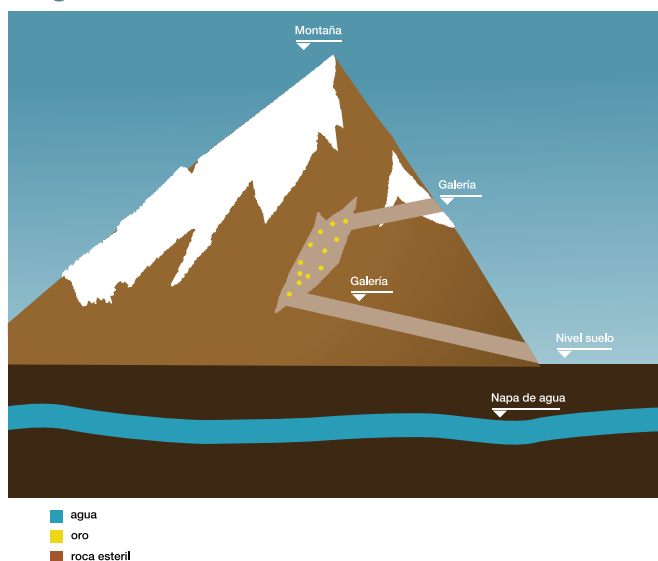


Figura 2. Extracción de minerales en galería.

La minería subterránea, normalmente, deja menores volúmenes de residuo y puede ser menos contaminante. Esto se debe a que la explotación del mineral puede hacerse a través de galerías, lo cual expone menos roca estéril que cuando se utilizan métodos a cielo abierto.

Cuando termina la explotación, las galerías frecuentemente son rellenadas con roca estéril (a veces colas), reduciendo así el volumen de residuos que permanecen expuestos a las precipitaciones sobre la superficie terrestre. Sin embargo, las obras subterráneas rellenadas con residuos pueden aún recolectar agua subterránea que reaccionará con los residuos, generando lixiviados contaminados.

El taponamiento de las obras puede minimizar la emisión de efluentes al medio ambiente, pero a largo plazo, estos lixiviados “encuentran” vías (a través de fracturas, fallas, y zonas más permeables) que permiten las fugas a la superficie terrestre.

Dichas situaciones pueden requerir la recolección y tratamiento permanentes de estos lixiviados.

Los métodos de minería subterránea son generalmente más costosos que las técnicas a cielo abierto. Por lo tanto, la minería subterránea es empleada únicamente donde se encuentren presentes vetas de alto grado, o donde la presión pública en contra de los métodos a cielo abierto sea fuerte.

## 6. ¿Cuáles son los impactos de la minería a cielo abierto sobre el ambiente?

### A. Impactos más comunes vinculados al agua

#### A.1. Cantidad de agua:

**Desagüe:** Las fosas abiertas para llevar adelante la extracción de los minerales, especialmente en zonas montañosas como Los Andes, son a menudo excavadas varios cientos de metros dentro de roca fracturada y fallada, lo que permite que el agua subterránea fluya hacia el tajo. Esta agua debe ser bombeada hacia fuera para permitir que la minería se lleve a cabo dentro de la fosa. A menudo este bombeo (desagüe) debe realizarse durante décadas. A largo plazo, el bombeo de las fosas disminuye los niveles generales de agua subterránea en la región, normalmente reduce o seca los flujos de los manantiales y puede reducir el caudal de los cursos de agua en las zonas circundantes a la fosa. La reducción de los niveles de agua subterránea también disminuye los niveles de agua en los pozos domésticos y agrícolas cercanos, haciendo que se sequen, o que requieran ser cavados a mayor profundidad para permanecer funcionales.

**Consumo en las instalaciones de la mina:** Las operaciones mineras modernas a cielo abierto utilizan enormes cantidades de agua de manera diaria. (Moran 2009, 2012). Se requieren enormes cantidades de agua para operar las plantas procesadoras de minerales y para rociar sobre los caminos de la mina para suprimir el polvo. Además, las operaciones mineras modernas requieren grandes volúmenes de agua para beber, para saneamiento, etc. en las instalaciones de trabajo. Por lo tanto, aumentan la competencia por el agua con los otros usos, tales como los agrícolas, domésticos, municipales, otros usuarios industriales, etc.

Con frecuencia, especialmente en países en vías de desarrollo, no se requiere que los proyectos mineros paguen por el agua que utilizan, mientras que otros usuarios sí, o los operadores mineros pagan tarifas significativamente menores. Muy a menudo, a las compañías se les permite auto-monitorear su consumo de agua, teniendo luego que proporcionar (a veces) la información a las entidades gubernamentales. Además, los operadores mineros recogen todos los datos ambientales acerca de las cantidades y calidad de aguas superficiales y subterráneas (incluyendo manantiales) disponibles en la región de las minas, y las que se encontraban disponibles previo al inicio de las operaciones mineras. Por lo tanto, hay poca o ninguna verificación independiente del consumo real de agua, de los cambios en las cantidades de agua disponibles, o de los impactos en la calidad del agua (véase más abajo).

A menudo, se les puede llegar a requerir a las compañías que abonen un monto mínimo por las aguas superficiales, pero no se les requiere pagar por el uso de las aguas subterráneas. Así, las compañías pueden construir pozos

de extracción alrededor de los márgenes de lagos, o a la orilla de ríos, indirectamente tomando aguas superficiales al “convertirlas” en aguas subterráneas<sup>7</sup>.

**Impacto en glaciares:** Las operaciones de las minas a cielo abierto pueden agravar la desaparición de los glaciares, que a menudo son las fuentes principales de los cursos de agua locales. Estos temas son de gran preocupación en países como Perú, Chile, Kirguistán y Argentina, por ejemplo.

En Kirguistán, se removió roca estéril de color oscuro de la mina a cielo abierto y se depositó sobre los glaciares limítrofes, aumentando la velocidad a la que los glaciares se derretían y retrocedían (Moran 2011). En algunas instancias, estos impactos pueden reducir los cursos de agua superficial y subterránea de un país hacia otro, conduciendo así a conflictos internacionales.

En Chile, los glaciares Toro 1, Toro 2 y Esperanza, ubicados en la zona del emprendimiento Pascua Lama, han disminuido su superficie entre los años 1981 y 2000 entre un 56% (Glaciar Toro 1) hasta un 70 % (Glaciar Esperanza). El equipo técnico que denunció el impacto, detectó gran acumulación de material sedimentable en la superficie de los glaciares Toro 1 y Toro 2, lo que se atribuye a los trabajos que se han realizado en la zona en la etapa del anteproyecto. Esta capa de sedimentos implica una gran variación en el albedo de la nieve y el hielo, por lo tanto, una mayor absorción de energía<sup>8</sup>.

## A.2. Impactos en la calidad del agua

### A largo plazo, todas las operaciones mineras provocan la contaminación de las aguas del sitio.

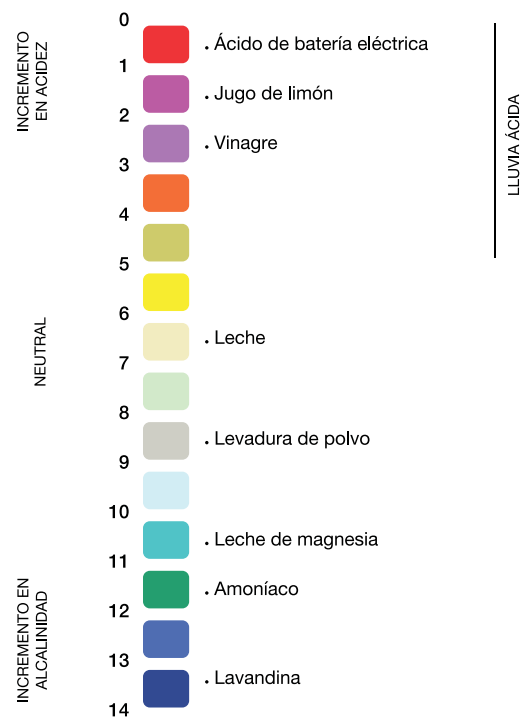
**Drenajes:** Es importante destacar que la mayor parte de la contaminación del agua es producida por filtraciones lentas, crónicas y semi-invisibles (o emisiones de partículas sólidas) provenientes de las instalaciones de desechos a lo largo de varios años tanto durante las operaciones activas como después del cierre de la mina. También puede ocurrir el colapso rápido y catastrófico de las instalaciones de desecho, pero tales eventos son mucho menos comunes que los episodios de filtraciones lentas. Por lo tanto, no es sorprendente que la mayoría de las compañías aseguradoras no reembolse a los asegurados por daños derivados de emisiones lentas y crónicas de tales instalaciones de desechos.

Las operaciones activas de minas metalíferas liberan contaminantes al medio ambiente circundante de varias fuentes (discutido más adelante) incluyendo la roca natural mineralizada, y cantidades masivas de sustancias químicas, combustibles y explosivos que son añadidos y utilizados a lo largo de las actividades mineras y del procesamiento de mineral. Las diversas técnicas de procesamiento de minerales (tanto físicas como químicas) aumentan en gran medida las tasas a las que muchos constituyentes químicos son liberados de la roca mineralizada. Estos pueden liberar residuos líquidos (lixiviados) que tienen un pH casi neutro, pH ácido, o si se liberan de las colas, pH alcalino. Todas

estas condiciones de pH pueden liberar elevadas concentraciones de contaminantes al medio ambiente. La degradación de la calidad del agua es generada en menas, colas y roca estéril. La roca mineralizada es expuesta al aire y al agua en numerosas partes de la mina: paredes de la fosa, obras subterráneas, pilas de roca estéril, colas expuestas y cortes de ruta. Las reacciones químicas de la roca con el aire, el agua y las bacterias a menudo generan aguas ácidas (pHs frecuentemente de entre 3 y 5, a veces menores) que movilizan altas concentraciones de minerales en la roca, incluyendo numerosos constituyentes metálicos y similares al metal que pueden ser tóxicos para los humanos y la vida acuática, especialmente para los peces. Las acumulaciones de roca estéril son frecuentemente la mayor fuente de drenajes ácidos y otros. Estas aguas ácidas pueden denominarse drenaje ácido de roca (DAR).

Una vez que se desarrolla el drenaje ácido de roca, es un verdadero problema a largo plazo.

## Escala de pH



**Los drenajes ácidos pueden “eliminar” en esencia toda la vida acuática a lo largo de kilómetros de cursos de agua cercanos y volver inaceptables las aguas subterráneas para muchos otros usos, a menos que sean tratadas utilizando costosos procedimientos de tratamiento activo.**



Obras sobre glaciar Brown Superior. Construcción camino minero.

Los contaminantes de la roca natural son liberados al medio ambiente de las menas expuestas, la roca estéril, y las colas. Tales contaminantes incluyen: pH excesivamente alto o bajo, aluminio, antimonio, arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, cobalto, hierro, plomo, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, selenio, plata, talio, vanadio, cinc, sulfato, nitrato, amonio, boro, fluoruro, cloruro, y constituyentes radioactivos naturales (uranio, torio, potasio-40, radiación alfa y beta, en general). En adición a los componentes de la roca, las aguas de las minas son sistemáticamente contaminadas con: cianuro y compuestos de descomposición asociados (complejos metal-cianuro, cianato, tiocianato), carbón orgánico, aceites y grasas, y muchos otros compuestos orgánicos (Moran 2001, 2002, 2007), explosivos, químicos de proceso, combustibles, aceites y grasas, anticongelante, aguas negras, herbicidas y pesticidas.

**Químicos de proceso:** En la planta de procesamiento, las menas son quebradas, trituradas, (molidas) y luego mezcladas con grandes cantidades de agua y químicos de proceso, muchos de los cuales son tóxicos para diversas formas de vida acuática, seres humanos y otras formas de vida. Algunos ejemplos de tales químicos tóxicos incluyen: cianuro de sodio, isopropil-etil tiocarbamato, isopropanol, glicol éteres, amil xantato de potasio, hidróxido de sodio, sulfuro de sodio, carbonato de sodio, butiraldehído, 2-metil 1-pentanol, alcoholes mixtos, éteres y aldehídos, alcoholes alifáticos, fenol, poliglicoles, sulfuro ácido de sodio, etc.

Luego de la remoción de los minerales valiosos, los residuos líquidos-sólidos remanentes – las colas – son a menudo alcalinos, teniendo un pH inicial de entre aproximadamente 9,5 y 12,0. A medida que las colas envejecen, y los sólidos reaccionan con los líquidos y el aire, el pH líquido puede, tras varios años, convertirse en ácido. Debido a las cantidades masivas de menas que son procesadas, enormes cantidades de químicos de proceso son finalmente utilizadas.

**Combustibles / Aceites y grasas / Anticongelante:** Las operaciones modernas están altamente mecanizadas utilizando camiones y equipos que requieren el uso de

grandes cantidades (millones, a veces miles de millones de litros de combustibles a lo largo de la vida útil de la mina) de combustibles (diesel, nafta, kerosén), aceites y grasas y compuestos anticongelantes, todos los cuales son almacenados y utilizados en el sitio. Estos compuestos orgánicos frecuentemente se filtran de sus contenedores de almacenamiento o son derramados durante su uso normal o en accidentes. Todos pueden ser altamente tóxicos para los organismos acuáticos.

**Explosivos:** La mayoría de los sitios de minas metalíferas utilizan explosivos ANFO (nitrato de amonio – combustible). Se pueden utilizar cientos de millones de kilogramos de tales explosivos a lo largo de la vida de la mina. Una vez detonados, los residuos de estos explosivos permanecen en la superficie de la roca quebrada y las paredes de la fosa. Estos residuos contienen compuestos potencialmente tóxicos para los organismos acuáticos, tales como el nitrato, el amoníaco y compuestos orgánicos. Después de la primera precipitación, estos residuos lavan el ácido al medio ambiente. El amoníaco libre disuelto es casi tan tóxico para los organismos acuáticos como el cianuro libre (US EPA, 1986).

**Tratamiento de aguas, redes cloacales, laboratorios:** Todas las minas deben operar instalaciones para sus trabajadores, lo que incluye la construcción de campamentos con tratamiento de aguas y redes cloacales, y mantienen instalaciones de laboratorio. Todas estas funciones utilizan químicos y a menudo liberan residuos químicos y bacteriológicos al ambiente.

**Operaciones varias.** Dependiendo del entorno físico, muchas minas utilizan cantidades significativas de herbicidas, pesticidas, y compuestos para descongelar las carreteras, todos los cuales pueden ser tóxicos para los organismos.

Las operaciones de minas activas y de procesamiento modernas intentan recoger y contener la mayor cantidad de estos residuos químicos como sea posible, a menudo almacenándolos en las colas. Por lo tanto, la mezcla sólido-líquida de residuos incluidos en dichos embalses es en esencia una “sopa química” que contiene literalmente cientos de compuestos





Explosiones mineras.

## 7. ¿Qué es el cianuro? ¿Para qué lo utiliza la industria minera?

(Véase Moran 1998, 2000, 2002)

El cianuro es una sustancia química, potencialmente letal, que actúa rápidamente y puede existir de varias formas. El cianuro es utilizado en la industria minera para extraer metales de las menas. El uso del cianuro es lo que ha permitido la extracción rentable de oro y plata de depósitos de bajo grado.

El cianuro también es utilizado en el procesamiento del cobre como un compuesto de flotación<sup>9</sup> (en la planta de procesamiento) para separar el cobre de algunos otros metales en las menas. Cuando se utiliza para fines de flotación, las concentraciones de cianuro son generalmente mucho más bajas que aquellas en instalaciones de lixiviación (discutido más adelante).

En el caso de la minería de oro, una solución diluida de cianuro es vertida sobre la roca triturada. El cianuro se une al oro y la plata (y otros elementos metálicos y similares al metal) formando compuestos solubles. Luego, el oro y la plata son extraídos preferencialmente, dejando los otros metales y contaminantes en los residuos.

Existen dos métodos de lixiviación con cianuro; en pilas o en tanques<sup>10</sup>. De acuerdo con un informe citado por el Centro de Política Mineral, de EEUU, en el año 1998, aproximadamente el 70% del oro fue recuperado utilizando procesos con cianuro en tanques y el otro 30% provino de pilas de lixiviación. Los principales impactos ambientales de ambos procesos son similares, especialmente en el largo plazo.

A pesar de lo que dice la industria minera, los registros muestran claramente que la extracción a través de la lixiviación con cianuro tiene numerosos impactos negativos relacionados con la contaminación del aire, agua y suelos. Ha habido una larga serie de accidentes que involucran el uso de cianuro<sup>11</sup>.

Además de unirse con los metales preciosos, el cianuro puede formar cientos de otros compuestos complejos de cianuro, muchos de los cuales son tóxicos para la vida acuática (como mínimo), y muchos de los cuales no son detectados utilizando procedimientos rutinarios de monitoreo ambiental.

Varios otros procedimientos químicos han sido probados (algunos durante más de 100 años) para extraer oro de las rocas, pero todos son o bien más costosos, o tienen también significativas consecuencias ambientales negativas, tales como el uso de compuestos halógenos (cloruro, bromuro, yoduro).

químicos diferentes, orgánicos e inorgánicos, junto con numerosos microbios (bacterias, virus, parásitos).

**Lagos de tajo post-minería.** Una vez que la actividad minera cesa, las compañías desactivan las bombas de desagüe, por eso, en zonas donde los pozos se intersecan con aguas subterráneas, las fosas se llenan (al menos parcialmente) formando, a largo plazo, un lago. La calidad del agua en muchos de esos lagos está degradada, debido a reacciones químicas y biológicas entre las aguas subterráneas con las rocas mineralizadas en las paredes y el suelo de la fosa. Estas aguas contaminadas pueden envenenar las aguas subterráneas y, posiblemente, las aguas superficiales en las zonas circundantes, volviéndolas no aptas para otros usos, a menos que sean sometidas a un costoso tratamiento de aguas.

En regiones tropicales y semi-tropicales, los lagos de tajo post-minería también proporcionan ambientes que favorecen la propagación de algunas enfermedades parasitarias, como la malaria.

### B. Otros impactos

**Aumento de la sedimentación:** El oro, por ejemplo, se encuentra diseminado en la roca madre o en vetas. Para extraer el oro, el primer paso es remover la capa de suelo. Una vez que el suelo es removido, los sedimentos quedan expuestos al aire, las lluvias y la meteorización, lo que provoca la erosión del suelo expuesto y la transportación de sedimentos a arroyos, ríos y lagos. La sedimentación excesiva puede obstruir los márgenes de los ríos, la vegetación, la vida silvestre y los organismos acuáticos.

**Uso de explosivos:** La minería comienza con voladuras utilizando explosivos, lo que incrementa los niveles locales de ruido y polvo, lo que puede impactar negativamente en los seres humanos, otras formas de vida.

**Pérdida del valor paisajístico:** Las grandes operaciones mineras producen enormes cráteres y mesetas cubiertas de escombros.

## 8. ¿Cuáles son los impactos del cianuro sobre la salud?

El cianuro es un compuesto químico altamente tóxico, que puede estar presente en numerosas formas sólidas, líquidas y gaseosas en los sitios mineros. Las soluciones para el proceso minero se mantienen alcalinas (normalmente por encima de un pH de aproximadamente 9,5) para prevenir la formación del gas letal, el ácido cianhídrico (el mismo gas utilizado en las cámaras de ejecución y los campos de concentración nazis). La exposición a altas dosis daña el cerebro y el corazón, y puede resultar en coma y la muerte. La exposición a niveles bajos puede conducir a problemas respiratorios, dolores cardíacos, vómitos, cambios en la sangre, cefalea y el crecimiento de la glándula tiroides.

Las formas de cianuro en los diques de cola y pilas de lixiviación son parcialmente descompuestas por la luz solar directa, pero estos procesos pueden requerir meses, dependiendo de las condiciones climáticas. Además, el cianuro original se descompone en numerosos compuestos relacionados (por ejemplo complejos metal-cianuro, cianógenos, tiocianato, cianato, etc.), que son menos tóxicos que el cianuro libre original, pero que a menudo aún son tóxicos para peces, mamíferos, vegetación y otras formas de vida. Es común que grandes bandadas de aves resulten muertas al intentar aterrizar en estos diques de cola.

Desafortunadamente, la mayor parte de estas otras formas de cianuro mencionadas anteriormente no son detectadas en los análisis de laboratorio rutinarios, y con frecuencia estas determinaciones no pueden realizarse en ningún laboratorio público especialmente en el mundo en desarrollo. Los monitoreos estándar de las minas metalíferas determinan sólo las formas básicas del cianuro (por ejemplo el cianuro Disociable en Ácido Débil (WAD) o el cianuro total) y dejan de lado las otras formas. Por lo tanto, muchos interrogantes acerca de la presencia, persistencia, y toxicidad del cianuro y sus compuestos relacionados aún siguen sin respuesta.

Muchas instalaciones auríferas modernas construyen y operan plantas de destrucción de cianuro, pero estas también fallan en descomponer totalmente todas las formas tóxicas del cianuro e incluso agregan concentraciones de algunos metales que son tóxicos para algunos peces. El voluntario Código del Cianuro, escrito en gran parte por la industria, permite descargas al medio ambiente que son tóxicas para numerosas especies de peces. Además, toda la supervisión en virtud de este Código recae en el auto-monitoreo de la industria.

Las descargas mineras que contienen cianuro son a menudo bastante alcalinas, frecuentemente con pHs alrededor de entre 9,5 y 12,0. Esas descargas alcalinas también pueden contener elevadas concentraciones de constituyentes de trazas<sup>12</sup> potencialmente tóxicas, tales como arsénico, molibdeno, selenio, níquel, uranio, etc.

## 9. ¿Qué es la lixiviación con cianuro en pilas y cómo se realiza?

La lixiviación es un proceso en el cual se extrae uno o varios solutos de un sólido, mediante la utilización de un disolvente líquido.

La lixiviación con cianuro en pilas para la extracción de oro (y plata) comenzó a desarrollarse a gran escala a fines de la década del '70, cuando los precios de estos metales aumentaron considerablemente. Esta técnica permitió la extracción rentable de oro de menas de bajo grado, e incluso de roca estéril vieja o depósitos de colas que aún contenían concentraciones de oro económicamente valiosas y que no habían podido ser extraídas con las tecnologías anteriores.

En los depósitos de oro, sólo las menas que contienen concentraciones relativamente bajas de minerales de sulfuro (por ejemplo pirita, metal-sulfuros) pueden ser procesadas utilizando procedimientos de lixiviación con cianuro en pilas. Cuando las concentraciones de sulfuros son mayores, requieren la utilización excesiva de cianuro, entonces se debe construir una planta de procesamiento para extraer el oro / plata de manera rentable. Algunos sitios utilizan una combinación de ambos procedimientos, dependiendo de las características de la mena encontrada en el momento.

**La mayoría de las instalaciones de lixiviación desarrollan fugas de soluciones contaminadas al medio ambiente, a largo plazo. La mayor parte de los revestimientos de geomembrana son instalados utilizando maquinaria pesada, que con frecuencia produce micro-desgarros en los revestimientos.**

**A menudo los revestimientos son contruidos sobre superficies que contienen rocas irregulares, peñascos, etc. Los revestimientos de arcilla frecuentemente desarrollan fracturas que permiten el movimiento de fluidos contaminados a largo plazo.**

Recordemos que el cianuro se une a casi cualquier otro químico. Por lo tanto, una vez que el oro y la plata son sacados de las pilas, los otros químicos potencialmente tóxicos (incluido el mercurio, arsénico, antimonio, cadmio, cobre, cinc, selenio, uranio, nitrato, sulfato, etc.) que se han movilizado, permanecen en las pilas y se movilizarán más adelante por el agua que fluye a través de los materiales. Si bien estos residuos remanentes pueden luego ser enjuagados y cubiertos,



Activistas de Greenpeace Chile "Defensores de los glaciares". 2013

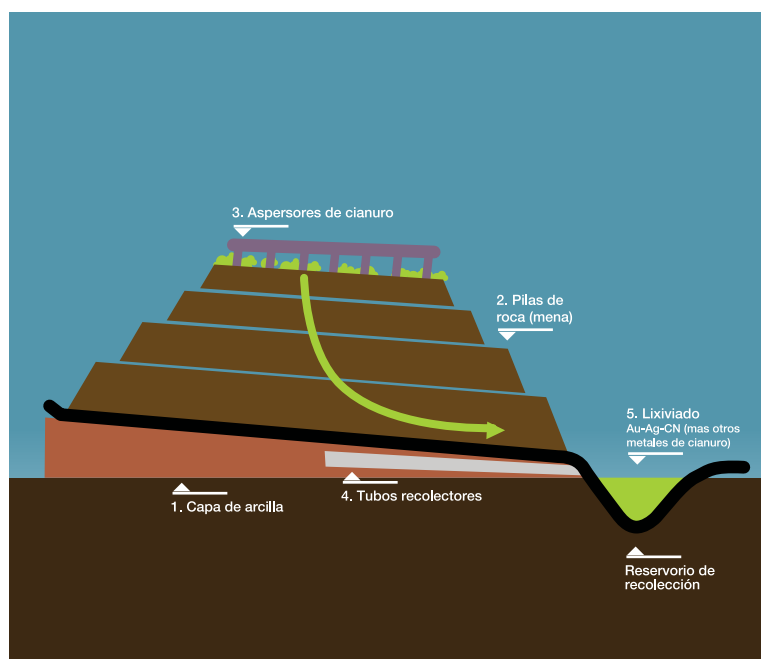


Figura 3.  
Pila de lixiviación.

1. Capa de arcilla: Alguna forma de revestimiento: (arcilla compactada y/o una geomembrana sintética). La base por debajo del revestimiento debe estar libre de rocas y peñascos, que pueden perforar cualquier revestimiento.
2. Pilas de roca fracturada conteniendo oro (fracturada utilizando explosivos y transportada mediante camiones).
3. Aspersores de cianuro. Una solución diluida de cianuro (por lo general con un pH superior a aproximadamente 9,5) es pulverizada sobre las pilas de mena de bajo grado;
4. Tubos recolectores. El líquido se filtra a través de las pilas de mena, combinándose con el oro (y la plata, y otros metales).
5. Lixiviado. Los fluidos que contienen cianuro y oro son recolectados al pie de las pilas y son enviados a una instalación de procesamiento, que filtra el oro y la plata y recicla la mayor parte de la solución de cianuro.

o enrollados en plástico, los residuos permanecen en el sitio para siempre.

Es importante recordar que después de la lixiviación, el cúmulo de mena (denominado "pila de lixiviación agotada") aún permanece con trazas de cianuro y otros metales pesados, etc. Debido a esta situación, la mayoría de las minas tratan los desechos contaminados con cianuro utilizando una gran cantidad de agua para lavar el cúmulo hasta que la concentración de cianuro (o a veces el remanente de concentraciones de nitrato y sulfato es monitoreado) desciende a un nivel permitido (varía en cada país). Este proceso de enjuague puede utilizar millones de litros de agua. Una vez que el constituyente monitoreado alcanza la concentración deseada, los residuos usados suelen dejarse en el lugar. En el peor de los casos, el cianuro y otros contaminantes remanentes pueden seguir filtrándose al medio

ambiente. (El cianuro será generalmente convertido a otras formas de compuestos relacionados con el cianuro, que son menos tóxicos que el cianuro original rociado sobre las pilas, pero sin embargo todavía son tóxicos para los organismos acuáticos y otros. Véase Moran 1998, 2002, etc.)

Con frecuencia, en los países en vías de desarrollo, no existe un laboratorio analítico en la región, o incluso en todo el país, capaz de realizar análisis fiables de cianuro y compuestos de descomposición relacionados. Por lo tanto, es difícil evaluar con fiabilidad la contaminación potencial por cianuro y compuestos de descomposición relacionados<sup>13</sup> porque los gobiernos no pueden analizar sus propias muestras con facilidad, y por lo tanto, debe confiar en los datos del laboratorio propio de las compañías.

## 10. ¿Qué es un dique de cola?

Las colas son la mezcla sólido-líquida de residuos que se producen en una planta de procesamiento mineral. Resultan de la adición de enormes cantidades de químicos tóxicos y agua a la mena triturada. Estos desechos son descargados desde la planta de procesamiento, por lo general a través de conductos, hasta un depósito o embalse construido detrás de algún tipo de presa (dique). El fondo y las paredes de los diques modernos suelen estar recubiertos (como se describió anteriormente para las pilas de lixiviación), pero los revestimientos son habitualmente instalados por equipamiento mecánico e inevitablemente sufren fugas.

Los diques de cola pueden ocupar cientos de hectáreas. Por ejemplo, el de Pascua Lama, ocupa 360 hectáreas.

A veces, especialmente en el mundo en desarrollo, las colas se vierten directamente en un canal de drenaje o quebrada, sin ningún tipo de estanque de sedimentación o tratamiento.

Los diques de cola y embalses pueden colapsar o fallar debido a errores de construcción y drenaje, mantenimiento pobre, lluvias excepcionalmente intensas, y eventos sísmicos extremos como los terremotos. Son especialmente vulnerables al colapso cuando, a fuertes terremotos, les siguen largos períodos de lluvias y los materiales geológicos circundantes se encuentran saturados.

Mientras que los diques de cola pueden fallar ocasionando catástrofes, la filtración lenta, gradual, semi-invisible y a largo plazo de residuos líquidos tóxicos de los embalses es en realidad el impacto más común. Dicha filtración contamina las aguas superficiales y subterráneas (incluyendo manantiales) a largo plazo, y debido a que ocurre lentamente, las comunidades y los gobiernos se enteran sólo cuando sus impactos se tornan evidentes. Además, las compañías generalmente afirman que han diseñado soluciones para prevenir estas fugas/ filtraciones por lo que “no podría ocurrir”. Pero, generalmente existen esas fugas y filtraciones, sobre todo en el largo plazo.

Las colas están compuestas por cientos de diferentes químicos potencialmente tóxicos en una mezcla sólido-líquida, que permanecerán en el sitio PARA SIEMPRE. Por lo tanto, estarán expuestos a la lluvia, el viento, la erosión, los movimientos sísmicos, PARA SIEMPRE. Eventualmente, todas las instalaciones más importantes de residuos mineros liberan contaminantes a la superficie y aguas subterráneas cercanas (y al aire). Mientras que las instalaciones mineras operan activamente, los efluentes líquidos pueden ser recolectados por pozos interceptores y vueltos a bombear al embalse, pero tal mantenimiento cesa una vez que la instalación cierra. Así, la contaminación en el largo plazo es un impacto común.



Activistas de Greenpeace Chile reclaman por los glaciares. 2013

**Más del 99% de la roca extraída -incluyendo la roca estéril y las colas- pueden permanecer como residuos; yaciendo en el sitio para siempre.**

Un ejemplo extremo de esta situación son las instalaciones de residuos (diques de cola, pilas de roca estéril, desechos de fundición) en la mina del Cañón de Kennecott / Bingham, en Utah, EEUU –una mina de cobre y oro principalmente que ha producido numerosos otros productos metálicos también- y que ha contaminado la mayor parte del agua subterránea alrededor de la mina y cerca de la ciudad de Salt Lake City, Utah, a lo largo de una superficie de alrededor de 30 por 60kilometros. La empresa matriz ha gastado más de \$500 a \$700 millones de dólares para suministrar fuentes de agua alternativas y tratar el agua contaminada, y el problema no tiene final a la vista.

## 11. ¿Cuáles son los mayores pasivos ambientales que la minería a cielo abierto deja en su lugar de emplazamiento una vez que el proyecto cierra?

Los impactos negativos y actividades que comúnmente permanecen luego del cierre de una mina son:

- presencia de inmensas pilas de roca estéril y materiales de cola, que permanecerán en el sitio para siempre. Por lo tanto, son fuentes a largo plazo de filtraciones líquidas y polvo cargadas de contaminantes hacia aguas superficiales y subterráneas. Dichas fuentes de residuos deben ser mantenidas activamente para asegurar de que estén cubiertas por suelos y vegetación no-tóxicos.
- Las filtraciones de cualquier residuo (pilas de roca estéril, pilas de lixiviación, colas, drenajes a cielo abierto,

vertederos, etc.) deben ser recolectados y frecuentemente tratados químicamente en una planta de tratamiento de agua activa. Los lodos tóxicos sólidos de tales operaciones de tratamiento deben ser almacenados en zonas seguras para evitar una mayor contaminación.

- Las características de diseño del drenaje que evitan que el agua entre en contacto con los residuos o ingrese a las fosas y obras deben mantenerse tras el cierre de la mina. Puede que se requiera que los estanques de sedimentación también funcionen, post-cierre. Con frecuencia las fosas abiertas intersecan obras subterráneas. Tras el cierre de la mina, dichas obras pueden requerir taponamiento para evitar que el drenaje contaminado sea descargado al medio ambiente.
- Tras el cierre de la mina, las bombas de desagüe en las fosas abiertas son desactivadas, permitiendo que el agua subterránea se acumule en los pozos, a menudo formando un lago que frecuentemente tiene una calidad de agua degradada. A menudo estos lagos no son aptos para muchas formas de vida silvestre, usos recreativos y otros.
- El monitoreo ambiental del agua, aire, etc. debe continuarse tras el cierre de la mina para determinar el real éxito o fracaso de la remediación.

## 12. ¿Qué se hace con la responsabilidad ambiental?

A través de las respuestas anteriores pudimos ver cómo, muy a menudo, la minería a cielo abierto resulta en enormes e imprevistos pasivos ambientales, que generalmente deben ser pagados por la población en general o el Estado.

Debido, además, a que la mayoría de los países no hacen cumplir estrictamente sus regulaciones ambientales, los impactos negativos en la calidad del agua, cantidad de agua, biota acuática, valores estéticos, etc. pueden no tener un costo económico reconocido o consecuencias legales. Por lo tanto, no hay incentivos para que las compañías utilicen los métodos más eficaces con el medio ambiente.

Además, una vez que cesa la explotación activa, la subsidiaria de la mina local cierra y los bienes más valiosos son sacados del país. Por consiguiente, si los problemas se vuelven evidentes algunos años después, los gobiernos locales / nacionales no tienen activos de la compañía que puedan reclamar (o “embargar”) para pagar la remediación y compensación a largo plazo.

**Los pasivos más significativos e “imprevistos” que habitualmente se desarrollan en sitios de minas metalíferas implican la formación de aguas contaminadas (ácidas, alcalinas, etc.), que deben ser monitoreadas, recolectadas y tratadas, a veces para siempre, luego del cierre de la mina.**

**Existen numerosos ejemplos en los que tales actividades han dejado pasivos a los gobiernos estatales, provinciales y nacionales con un valor de cientos de millones de dólares.**

Pocos países cuentan con una legislación que exija a las compañías mineras a proveer al gobierno algún tipo de garantía financiera- por lo general en la forma de un bono financiero o un seguro ambiental- para pagar costos futuros imprevistos. Tal “garantía financiera” es requerida en Canadá y EEUU, y en varios casos, los importes de los seguros han estado en el rango de cientos de millones de dólares.

Es común que las Declaraciones / Evaluaciones de Impacto Ambiental (DIA / EIA) subestimen los costos futuros asociados con la recolección y tratamiento de aguas contaminadas, ya que habitualmente hacen suposiciones optimistas poco realistas acerca de los impactos post-cierre. Esto no es sorprendente ya que los preparadores de tales informes son seleccionados, dirigidos y pagados por las compañías mineras. Por lo tanto, es crucial que los importes de las garantías financieras sean calculados por partes independientes de las compañías mineras, y a su vez luego retenidas (depósito) por partidos independientes. Todos los cálculos financieros deben basarse en hipótesis realmente conservadoras, no sobre las suposiciones sobre-optimistas a menudo utilizadas por la industria minera.

**Fuentes de Información Sesgadas; Procesos Públicos Sesgados; Falta de Transparencia**



Protesta de Greenpeace Argentina reclamando por la prohibición del uso de cianuro en minería. 2013

En la mayoría de los países, casi toda la información (ambiental, operacional, de exploración, financiera, etc.) provista al público es controlada (dirigida, supervisada, recolectada, interpretada) por las compañías y sus consultores pagados. Esencialmente ninguna información proviene de fuentes realmente independientes.

Por lo general las propiedades mineras incluyen enormes superficies y se encuentran en zonas remotas donde el acceso es controlado por las compañías mineras y su seguridad. Así, aun cuando grupos de ciudadanos tienen los fondos necesarios para recolectar y analizar muestras o realizar mediciones para verificar las afirmaciones de la compañía, a menudo no se les permite el acceso al sitio de la mina o a partes “sensibles” de la operación.

Con frecuencia, es evidente que las agencias o ministerios nacionales a cargo de otorgar los permisos de minería son también (directa o indirectamente), los responsables de la supervisión de las operaciones mineras y actividades ambientales. A menudo, los presupuestos de estas agencias y la calidad de su personal son totalmente inadecuados para llevar a cabo una supervisión fiable. Esto ocurre en muchos países, las agencias reguladoras, por lo general, jamás rechazan una propuesta de permiso de minería.

Así, la comunidad percibe que estas agencias trabajan únicamente para la industria y no son un apoyo fiable para sus intereses. Este problema de la falta de confianza en las agencias o secretarías de supervisión de la minería y los procesos públicos se ha convertido en epidemia en numerosos países de América Latina, África y Asia, a veces también en EEUU, Canadá, Australia, etc.

Esta situación se torna especialmente sensible políticamente en los siguientes ámbitos:

- Cuando se reúnen datos de referencia insuficientes para determinar las ubicaciones pre-minería de manantiales (su caudal y calidad de agua); la calidad de aguas superficiales y subterráneas pre-minería; la presencia de peces sensibles u otras especies biológicas, etc. Todos estos datos de referencia deben ser estadísticamente válidos para ser útiles. En la mayoría de los casos, tales datos no se ajustan a este criterio. Por lo tanto, después del inicio de las operaciones, no es posible determinar fiablemente si los impactos (y pasivos) han ocurrido o no.
- A menudo, las compañías prefieren pagar por el desarrollo de complejas simulaciones de computadora para hacer predicciones, por ejemplo, del declive futuro en los niveles de aguas subterráneas y los impactos en los manantiales cercanos. Esto a menudo se hace en lugar de recolectar datos de campo más útiles y reales, como por ejemplo, mediciones del nivel de agua del acuífero, datos de pruebas de bombeo del acuífero, etc. Esto posibilita a los consultores de la compañía a realizar supuestos convenientes y simplificadores que dan la impresión de que pueden predecir los impactos futuros en forma realista. Normalmente, el error en estos modelos cuantitativos de predicción de los impactos futuros en la calidad y cantidad de agua en sitios geológicos complejos es extremo, con frecuencia más o menos varios cientos por ciento. El público siempre debería buscar la presencia de datos registrados reales en vez de predicciones que a menudo son en gran parte políticas, en lugar de herramientas técnicas cuando se utilizan de esta manera.

- Cuando los ciudadanos y las comunidades locales creen que no han sido consultados adecuadamente acerca de qué actividades se realizarán y sobre la potencial compensación por la pérdida o el daño de recursos. Es común que las compañías mineras formen sus propias ONG para “manejar” estas interacciones con las comunidades, dándoles una visión cuestionable sobre la apertura de estos procedimientos.
- Ocasionalmente, las agencias gubernamentales conducen análisis “independientes” de los impactos del proyecto, pero estas opiniones son ignoradas u ocultadas.
- A menudo, las EIA están tan pobremente escritas y desorganizadas (por consultores de la compañía) que el público y los reguladores son incapaces de comprender el panorama general y por lo tanto no son capaces de gestionar en forma realista estas enormes operaciones. Actualmente es común que las EIA para grandes operaciones a cielo abierto se compongan por 5.000 a 10.000 páginas de información mal resumida, toda la cual fue recogida por la compañía o sus consultores pagos.

**Un borrador reciente de una EIA / DIS en Alaska, EEUU incluyó más de 27.000 páginas, y ninguno de los datos técnicos detallados fue presentado en formato electrónico. Por lo tanto, no había forma realista de que la sociedad civil o los reguladores verificasen la fiabilidad de tales datos sin tener que reintroducirlos en computadoras, ¡de forma manual!**

---



\*

## Sobre el Dr. Robert Moran:

El Dr. Robert Moran cuenta con más de 40 años de experiencia nacional e internacional conduciendo y realizando trabajos sobre calidad geoquímica del agua y cuestiones hidrológicas para inversores privados, clientes industriales, organizaciones no gubernamentales, bufetes de abogados y agencias gubernamentales a todos los niveles.

Su especialidad es el análisis de la calidad y la geoquímica de aguas ya sean en su estado natural o contaminado y el estudio de los sedimentos, ya sean provenientes de la minería, o de otras industrias. También ha analizado en numerosas ocasiones la problemática relacionada con el suministro de agua.

Además, el Dr. Moran tiene una gran experiencia en la aplicación de la teledetección de recursos naturales, el desarrollo de la política de recursos y apoyo en litigios. A menudo ha impartido cursos a audiencias técnicas y generales, y ha dado testimonio como experto en numerosas ocasiones. Trabajo en numerosos países, entre ellos: Australia, Grecia, Bulgaria, Malí, Senegal, Guinea, Gambia, Ghana, Sudáfrica, el Kurdistán iraquí, Omán, Pakistán, Kazajstán, Kirguistán, Mongolia, Rumania, Rusia (Buriatia), Papúa Nueva Guinea, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Guatemala, Honduras, México, Perú, El Salvador, Bélgica, Francia, Canadá, Gran Bretaña y Estados Unidos.

### Estudios:

Universidad de Texas, Austin: Ph.D., Ciencias Geologías, 1974

Universidad estatal de San Francisco: B.A., Zoología, 1966

### Algunos antecedentes laborales:

- Michael-Moran Assoc., LLC, Socio, 2003 a fecha
- Moran and Associates, Presidente, 1983 to 1992; 1996 a 2003
- Consultora Woodward-Clyde, Consultor Senior Geochemist, 1992 a 1996
- Gibbs and Hill, Inc., Hidrólogo Senior, 1981 to 1983
- Envirologic Systems, Inc., Hidrólogo/ Geoquímico Senior, 1980 a 1981
- Tetra Tech Int'l. / Sultanate of Oman, Hidrólogo Senior, 1979 a 1980
- Science Applications, Inc., Hidrólogo/ Geoquímico, 1978 a 1979
- U.S. Geological Survey, División de Recursos Hídricos, Hidrólogo/Geoquímico, 1972 a 1978
- Texas, Oficina de Geología Económica, ayudante de investigación, 1970-1971

Para más información sobre el Dr. Robert Morán ingresar a [http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2013/cambio\\_climatico/Curriculum-Moran.pdf](http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2013/cambio_climatico/Curriculum-Moran.pdf)

## Bibliografía recomendada

- American Public Health Assoc., 1985, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16th edit., Amer. Publ. Health Assn., Wash. D. C.
- Australian Government Publishing Service, 1995(May), Sodium Ethyl Xanthate, Priority Existing Chemical No. 5, Full Public Report. Available at: <http://www.nicnas.gov.au/publications/CAR/PEC/PEC5/PEC5index.htm>
- Ayres, Robert U., Leslie W. Ayres and Ingrid Råde, 2002 (January), The Life Cycle of Copper, its Co-Products and By-Products. Commissioned by the MMSD project, Rept. 24: International Institute for Environment and Development, 210 pg., London. [http://www.iiied.org/mmsd/activities/life\\_cycle\\_analysis.html](http://www.iiied.org/mmsd/activities/life_cycle_analysis.html)
- Banks, David, Valery P. Parnachev, Bjorn Frengstad, Wayne Holden, Anatoly Vedernikov, Olga V. Karnachuk, 2002, Alkaline mine drainage from metal sulphide and coal mines: examples from Svalbard and Siberia; Geological Society, London, Special Publications January 1, 2002, v. 198, p. 287-296; <http://sp.lyellcollection.org/content/198/1/287.abstract>
- Brown, Lester, 2013, Peak Water: What Happens When the Wells Go Dry?, Reader Supported News, 10 July 2013. <http://readersupportednews.org/opinion2/271-38/18332-peak-water-what-happens-when-the-wells-go-dry->
- Broderius, S.J., and L.L. Smith, Jr., 1980, Direct Photolysis of Hexacyanoferrate Complexes--Proposed Applications to the Aquatic Environment; U.S. Environmental Protection Agency, EPA-600/3-80-003.
- Dixon, D.G. and G. Leduc, 1981, Chronic Cyanide Poisoning of Rainbow Trout and Its Effects on Growth, Respiration and Liver Histopathology; Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 10: 117-131.
- Doudoroff, P., 1976, Toxicity to fish of Cyanides and Related Compounds: a review. U.S. EPA, Office of research and Development, Duluth, Minn., 155p.
- Flynn, C. M. and S. M. Haslem, 1995, Cyanide Chemistry--Precious Metals Processing and Waste Treatment: U. S. Bur. Of Mines Information Circular 9429,282 pg.
- Heming, T., R.V. Thurston, E. L. Meyn, and R. Zajdel, 1985, Acute Toxicity of Thiocyanate to Trout; Trans. Am. Fish Soc., V.114, p. 895-905.
- Heming, T. and R.V. Thurston, 1985, Physiological and Toxic Effects of Cyanides to Fishes: a Review and Recent Advances, in Cyanide and the Environment, Proc. Of a Conf., D. Van Zyl(ed), Dec. 1984, Colo. State Univ., Ft. Collins, CO, Geotechn. Engineering Program, Dept. Civil Engineering, v. 1, p 85-104.
- Johnson, C.A., Leinz, R.W., Grimes, D.J., and Rye, R.O., 2002, Photochemical changes in cyanide speciation in drainage from a precious metal ore heap; Environmental Science & Technology, volume 36, issue 5(March).
- Konikow, Leonard, F., 2011, Contribution of global groundwater depletion since 1900 to sea level rise: GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, L17401, doi:10.1029/2011GL048604; <http://www.google.com/>
- Lanno, R., and D.G. Dixon, 1996, The Comparative Chronic Toxicity of Thiocyanate and Cyanide to Rainbow Trout. Aquatic Toxicology; 36: 177-188.
- Lapakko, K.A., Wessels, J.N. 1995. Release of acid from hydrothermal quartz-carbonate hosted gold-mine tailings. In Sudbury '95, Conf. on Mining and the Environment, May 28-June 1, Sudbury, Ontario, p. 139-148.
- Lapakko, K.A., 2003, Chapter 7. Developments in Humidity-Cell Tests and Their Application, in Environmental Aspects of Mine Wastes (J.L. Jambor, D.W. Blowes & A.I.M. Ritchie, eds.) Mineralogical Association of Canada Short Course Vol. 31.
- Moskvitch, Katia, 2012, War for water in Chile's Atacama Desert: Vines or mines? BBC News, 22 March 2012. <http://www.bbc.co.uk/news/business-17423097>
- Moran, Robert E., 1998, Cyanide Uncertainties--Observations on the Chemistry, Toxicity, and Analysis of Cyanide in Mining-Related Waters: Mineral Policy Center Issue Paper No.1, 16 pg., Wash., D.C. (disponible en: <http://www.earthworksaction.org/pubs/cyanideuncertainties.pdf> [http://www.portaec.net/library/pollution/observations\\_on\\_the\\_chemistry.html](http://www.portaec.net/library/pollution/observations_on_the_chemistry.html)
- [http://www.isse.ucar.edu/prediction/report1/case\\_histories.html](http://www.isse.ucar.edu/prediction/report1/case_histories.html)
- <http://www.earthworksaction.org/ewa/pubs/cyanideuncertainties.pdf>
- <http://www.mineralresourcesforum.org/technical/cyanide/cyanidem.htm>
- Moran, Robert E., 2002, De-coding Cyanide. A Submission to the European Union and the United Nations Environment Programme: Patrocinado por Hellenic Mining Watch, Ecotopia, CEE Bankwatch, FOE Europa, FOE Hungría, FOE República Checa, Food First Information and Action Network, Minewatch UK, y Mineral Policy Center, 25 pg. Disponible en: [http://www.hnutiduha.cz/publicace/studie/kyanidova\\_studie.pdf](http://www.hnutiduha.cz/publicace/studie/kyanidova_studie.pdf), [www.mineralpolicy.org/publications/](http://www.mineralpolicy.org/publications/), [http://www.eireview.org/eir/eirhome.nsf/Library/15583282B873481185256BFB00609501/\\$FILE/Decoding%20Cyanide%20\(Feiler\).pdf](http://www.eireview.org/eir/eirhome.nsf/Library/15583282B873481185256BFB00609501/$FILE/Decoding%20Cyanide%20(Feiler).pdf) [http://aa.ecn.edu/img\\_upload/8b4cb37fba47da1c76cf3e44aa940cd2/decodingcyanide.pdf](http://aa.ecn.edu/img_upload/8b4cb37fba47da1c76cf3e44aa940cd2/decodingcyanide.pdf) <http://www.scribd.com/doc/62758433/Decoding-Cyanide>
- Moran, Robert, 2007 (Septiembre), Pebble Hydrogeology and Geochemistry Issues; submitted to Renewable Resource Coalition, Anchorage, Alaska. Disponible en: <http://www.renewableresourcescoalition.org/MoranSep07.pdf>
- <http://www.savebristolbay.org/atf/cf/%7BE729E68D-22F3-4596-9503-54FE67F2264%7D/MoranSep07.pdf>
- Moran, Robert E. 2009, Minando El Agua: La Mina San Cristóbal, Bolivia en Minando El Agua: La Mina San Cristóbal, Bolivia. Elaborado para: CGIAB (Comisión de Gestión Integral de Aguas de Bolivia) y FRUTCAS (Federación Regional Única de los Trabajadores Campesinos del Altiplano Sud), Fundado por la Municipalidad de Colcha K (Potosí, Bolivia), CESU (Centro de Estudios de la Universidad de San Simón, Cochabamba), y Global Green Grants Fund, U.S.A.
- [http://aguaboliivia.org/minando-elagua2/?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=email](http://aguaboliivia.org/minando-elagua2/?utm_source=feedburner&utm_medium=email)
- [http://www.somossur.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=242:minando-el-agua-san-cristobal-bolivia&catid=3:libros-libres](http://www.somossur.net/index.php?option=com_content&view=article&id=242:minando-el-agua-san-cristobal-bolivia&catid=3:libros-libres)
- <http://www.scribd.com/doc/39973512/Mina-San-Cristobal>
- Moran, Robert E., 2011, Kumtor Gold Facilities, Kyrgyzstan: Comments on Water, Environmental and Related Issues: Septiembre 2011. Preparado para el Human Development Center "Tree of Life" (Bishkek) y Bankwatch (Kiev) y el gobierno de Kirguistán. <http://bankwatch.org/sites/default/files/Kumtor-MoranReport-31Jan2012.pdf>
- [http://bankwatch.org/sites/default/files/REM%20Kumtor%20report%20FINAL\\_ru.pdf](http://bankwatch.org/sites/default/files/REM%20Kumtor%20report%20FINAL_ru.pdf) (Russ).
- <http://www.youtube.com/watch?v=uvfWwgEEFJ8>
- Moran, Robert E., 2012 (March), El Proyecto Minero Conga, Perú: Comentarios al Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y Temas Relacionados. Preparado para el Environmental Defender Law Center (EEUU).
- <http://derechoshumanos.pe/2012/03/informe-sobre-eia-proyecto-conga/>
- <http://es.scribd.com/doc/84536894/Proyecto-Conga-Comentarios-al-EIA-y-Temas-Relacionados-Por-Robert-E-Moran>
- <http://es.scribd.com/yese2103/d/85066269-Peru-Conga-REM-Rept-English-March-8>
- <http://es.scribd.com/yese2103/d/84560844-Comentarios-Al-EIA-Py-Conga>
- <http://www.business-humanrights.org/Links/Repository/1011698>
- <http://denjustpeace.org/>
- <http://www.confictosmineros.net/contenidos/19/9792>
- Morin, K.A. & Hutt, N.M., 1994, Observed Preferential Depletion of Neutralization Potential Over Sulfide Minerals in Kinetic Tests: Site-Specific Criteria for Safe NP / AP Ratios. In International Land Reclamation and Mine Drainage Conference and Proceedings of the Third International Conference on the Abatement of Acidic Drainage 1. U. S. Bureau of Mines Special Pub. SP 06A-94, p.148-156.
- Morin, K.A. & Hutt, N.M., 1997, Environmental Geochemistry of Mine Site Drainage: Practical Theory and Case Studies. MDAG Publishing, Vancouver, British Columbia.
- Price, William A., 1997, Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Minesites in British Columbia: B.C. Ministry of Employment and Investment, 141pg, plus appendices.
- Robertson, J.D. and K. D. Ferguson, Dec. 1995, Predicting Acid Rock Drainage: Mining Environmental Management, vol.3, no.4, pg.4-8.
- Scott, J. S. and J. Ingles, 1981, Removal of Cyanide From Gold Mill Effluents: Proc., Canadian Mineral Processors Thirteenth Ann. Mtg., Jan. 1981, Ottawa, ON.
- Todd, J.W. and D.W. Struhsacker, 1997, Environmentally Responsible Mining: Results and Thoughts Regarding a Survey of North American Metallic Mineral Mines: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Preprint 97-304, Littleton, Colorado.
- U. S. Environmental Protection Agency, 1986, Quality Criteria for Water 1986: U.S.EPA, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency, 2001, Toxics Release Inventory. 1999 data and results can be found at:
  - [http://www.epa.gov/tri/tri99/press/execsummary\\_final.pdf](http://www.epa.gov/tri/tri99/press/execsummary_final.pdf)
- U.S. EPA, 2007, TENORM Uranium Occupational and Public Risks Associated with In-Situ Leaching; Append. III, PG 1-11.
- US EPA, 2008, Technical Report on Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials from Uranium Mining, Volume 1: Mining and Reclamation Background: Previously published on-line and printed as Vol. 1 of EPA 402-R-05-007, January 2006, updated June 2007 and printed April 2008 as EPA 402-R-08-005, Pg. 3-10 . <http://www.epa.gov/rpdweb00/docs/tenorm/402-r-08-005-vol1/402-r-08-005-v1.pdf>
- U.S. EPA, 2011 (June), CONSIDERATIONS RELATED TO POST-CLOSURE MONITORING OF URANIUM IN-SITU LEACH/IN-SITU RECOVERY (ISL/ISR) SITES, Draft Technical Report; [Includes Attachment A: Development of the Groundwater Baseline for Dewey-Burdock ISL Site in South Dakota; 127 pgs. <http://www.epa.gov/radiation/tenorm/pubs.html#technical-report>



## Referencias

1. El grado de concentración de determinado material, es la cantidad de un elemento puro (cobre, plata, oro, etc.) contenido en cantidad de volumen de roca/mineral encontrada y se denomina ley.
2. Mena: roca que contiene los minerales económicamente valiosos.
3. O informe de impacto ambiental (IIA)
4. La extracción de oro y otros metales accesorios depende del precio mundial actual de estos metales. Si los precios son altos, serán extraídos comercialmente en las plantas de procesamiento. Si los precios son bajos, los metales accesorios permanecerán en los residuos, que serán almacenados en el sitio, para siempre, o descargados al medio ambiente. Los precios mundiales de los metales también controlan las profundidades a las que una compañía excavará la fosa. Por ejemplo, si los precios del oro aumentan, la compañía puede optar por excavar más profundamente en una fosa (o lateralmente) ya que ahora sería rentable extraer y procesar estas menas más profundas. Por el contrario, cuando los precios del oro (metal) bajan, puede ser rentable continuar operando, y una mina puede cerrar inesperadamente. Esto puede conducir al cierre de una mina / sitio de procesamiento antes de que la remediación / recuperación adecuada haya sido realizada dejando los costos de los impactos, o simplemente los impactos, al público.
5. Se denomina lixiviado al líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un elemento sólido. Generalmente, el lixiviado arrastra gran cantidad de los compuestos presentes en el sólido que atraviesa.
6. Hablar de los desechos de roca como estériles, no implica que estos materiales no contengan contaminantes. La roca residual típicamente contiene concentraciones significativas de contaminantes tales como arsénico, antimonio, cobre, plomo, cinc, uranio, etc.
7. En la provincia de San Juan, por ejemplo, la mina Veladero de la empresa Barrick Gold, extrae 110 litros de agua por segundo, o sea, alrededor de 285 millones de litros por mes. El proyecto Pascua Lama, tiene autorizado el uso de alrededor de 360 litros por segundo. El caso de San Juan es un claro ejemplo en cuanto a la falta de controles adecuados y al manejo que hacen las empresas frente a ese panorama. La misma persona que diseñó el plan hidráulico del Informe de Impacto ambiental para Veladero, hoy es funcionario del gobierno provincial, y es quien autoriza el uso de agua a la minera.
8. Datos disponibles en Segundo Informe Consolidado De Solicitud De Aclaraciones, Rectificaciones Y/O Ampliaciones Al Estudio De Impacto Ambiental Del Proyecto "Modificaciones Proyecto Pascua Lama" De La Compañía Minera Nevada Ltda. Disponible en [http://seia.sea.gob.cl/externos/admin\\_seia\\_web/archivos/6316\\_2005\\_05\\_27\\_OD.doc](http://seia.sea.gob.cl/externos/admin_seia_web/archivos/6316_2005_05_27_OD.doc)
9. Flotación: La flotación es un proceso fisicoquímico de 3 fases (sólido-líquido-gas) que tiene como fin la separación de minerales mediante la adhesión selectiva de partículas minerales a burbujas de aire. Este proceso es comúnmente utilizado en minería de cobre debido a la hidrofobicidad natural que tiene.
10. Pilas: estructura recubierta con una membrana que permite que la roca triturada con minerales se esparza en el fondo y pueda ser regada con cianuro. Por un método de decante, el mineral se separa permitiendo así que se esparza nuevamente roca y se reinicie el proceso. La acumulación de este material, va formando "pilas", de allí el nombre. En la mina Veladero se utiliza éste sistema. Tanques: mediante procesos de trituración, molienda y flotación se extrae el mineral de la roca. El proceso se realiza por concentración gravitacional, donde los minerales sin valor flotan separándose del resto. Luego se inyecta aire logrando encapsular el material deseado.
11. Greenpeace: "No todo lo que es oro brilla". Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/4/no-todo-lo-que-es-oro-brilla.pdf>
12. La traza es la marca dejada por un constituyente sintáctico al haberse desplazado a una nueva posición.
13. Nota: las muestras de agua deben ser recibidas en el laboratorio en pocos días para que las determinaciones para cianuro sean confiables.

# GREENPEACE

Greenpeace es una organización ecologista internacional, económica y políticamente independiente, que no acepta donaciones ni presiones de gobiernos, partidos políticos o empresas, que se financia con la contribución de 3 millones de individuos en todo el mundo.

Greenpeace Argentina  
Zabala 3873, Ciudad Autónoma  
de Buenos Aires