

Impactos de la minería en el medio natural

Javier Lillo



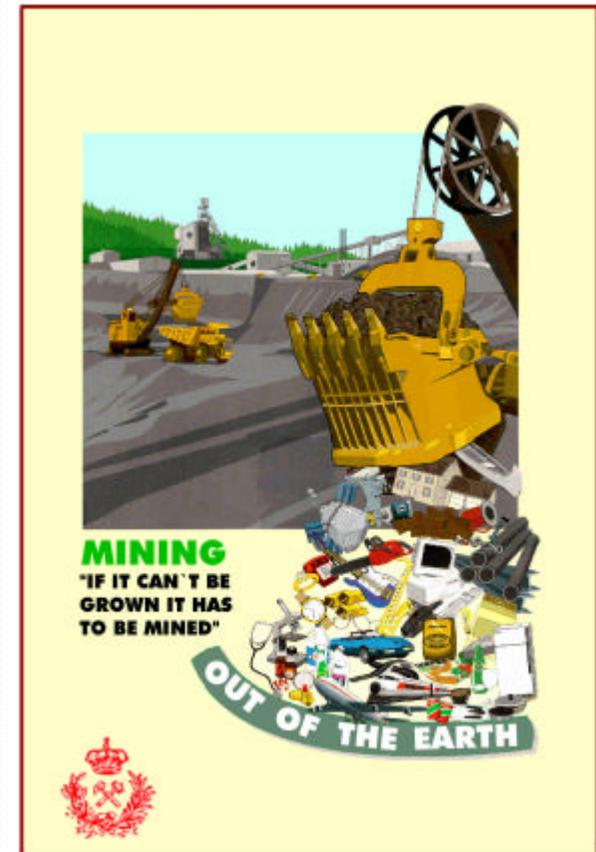
Grupo de Estudios en Minería
y Medioambiente

Impactos de la minería en el medio natural

Índice

1. Impactos de la minería de minerales metálicos en el medio natural

- Atmósfera
- Suelos y terreno
- Aguas superficiales y subterráneas



Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera

□ *Emisiones sólidas:*

El polvo emitido tiene su origen en las propias actividades extractivas, durante la voladura y arranque de material, o durante los procesos de carga y transporte, o en relación a procesos metalúrgicos. Además puede haber una importante remoción eólica de material fino en escombreras y balsas abandonadas.

Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera



Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera

Chuquicamata (Chile)



Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera

San Quintín (Puertollano, España)



Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera

□ Gases:

Los gases emitidos tienen su origen en la combustión de la maquinaria, la emisión natural durante el proceso de extracción (CO_2 , CO , *grisú* —mezcla explosiva de metano y aire—), la emisión en voladuras, y la emisión en procesos directamente relacionados con la actividad minera: combustión de carbón (CO_x , NO_x , SO_x), pirometalurgia (SO_2).

Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera



Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera

□ *Aerosoles:*

La formación de aerosoles tóxicos se producen durante la explotación, y sobre todo, durante procesos de hidrometalurgia, que implican el riego por aspersión de pilas de mineral con compuestos a menudo de alta toxicidad (sulfúrico para la extracción de algunos elementos, como el cobre; cianuro de sodio para la extracción del oro).

Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera

Pila de cianuración en El Soldado (Chile)



Impactos de la minería en el medio natural

Atmósfera

□ *Ruido:*

Se genera por voladuras, maquinaria pesada de arranque y transporte, maquinaria de molienda, etc.

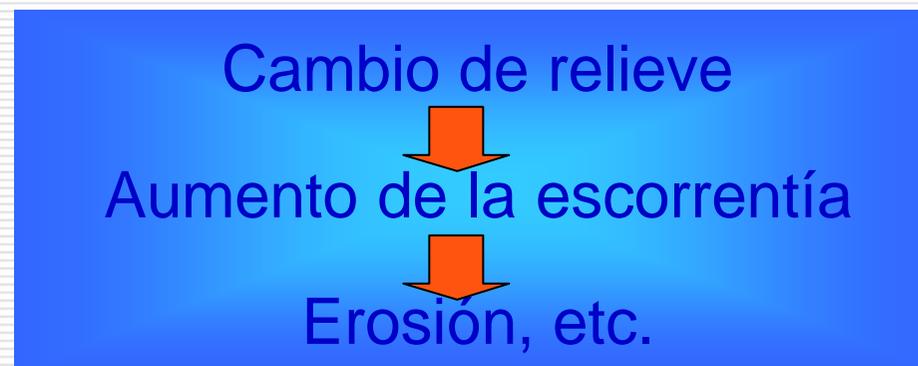
□ *Onda aérea:*

Se produce por las explosiones de las voladuras, y es una onda de presión, que se propaga por el aire atenuándose con la distancia, generando vibraciones.

Impactos de la minería en el medio natural

Terreno

- *Desertización: deforestación, erosión, pérdida de suelo fértil.*
- *Modificación del relieve, impacto visual, alteración de la dinámica de los procesos de ladera.*



Impactos de la minería en el medio natural

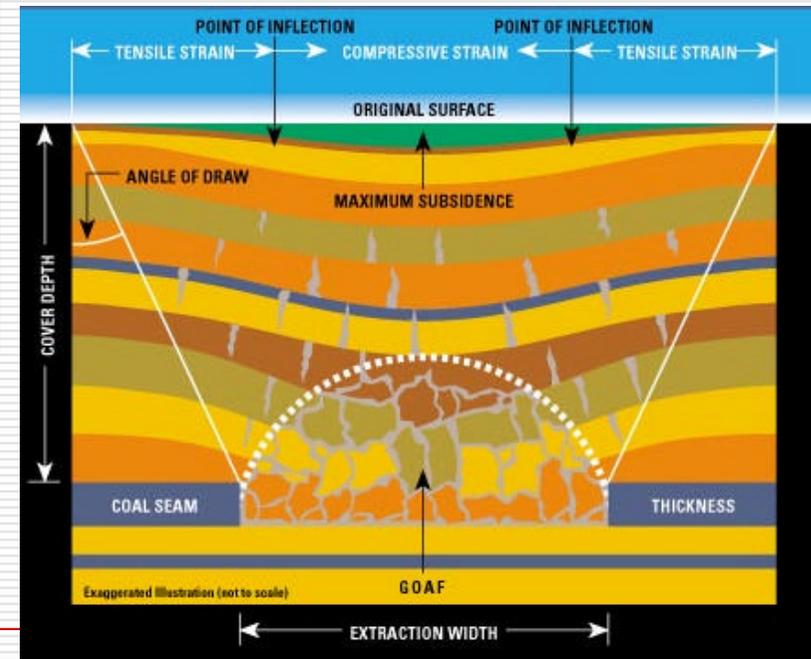
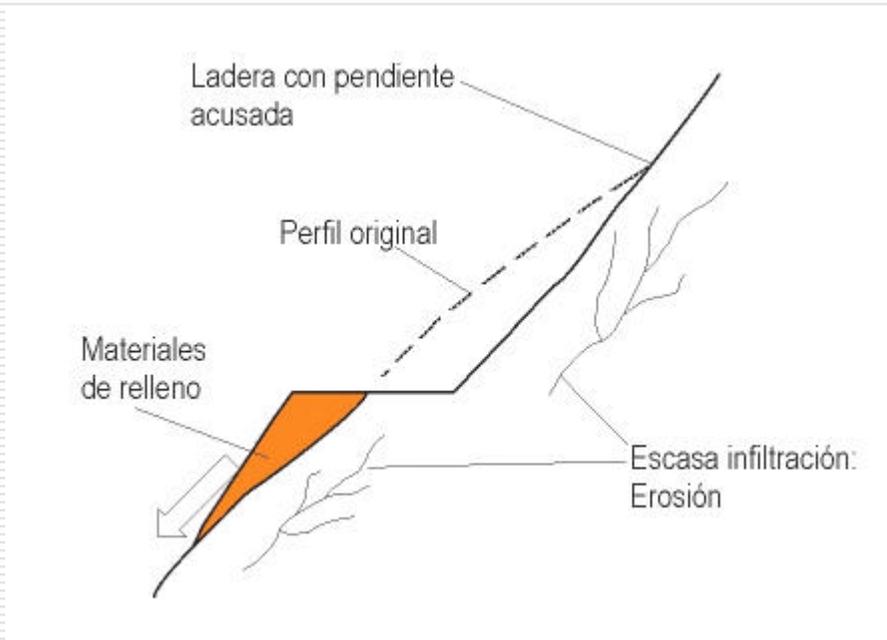
Terreno

Peligros geotécnicos:

- *Desestabilización de laderas por sobrecargas y/o excavaciones y alteraciones en el nivel freático.*
 - *Subsidencia por huecos. Subsidencia por depresión en el nivel freático.*
-

Impactos de la minería en el medio natural

Terreno



Impactos de la minería en el medio natural

Suelos

- *Pérdida de propiedades físicas:*
 - Variaciones en la textura (porosidad, permeabilidad) por procesos de esponjamiento, compactación, deposición de partículas, formación de costras.
 - Pérdida de la estructura edáfica por compactación, mezcla de horizontes, deposición de partículas, etc.
-

Impactos de la minería en el medio natural

Suelos

- *Pérdida de propiedades físicas:*
 - Variaciones en el régimen hídrico del suelo por alteraciones en el nivel freático, y variaciones texturales y estructurales.
 - Pérdida física de suelo por extracción y arranque, acumulación de vertidos (escombreras y balsas) o construcción de infraestructuras. Por erosión inducida.
-

Impactos de la minería en el medio natural

Suelos



Chuquicamata (Chile)

Impactos de la minería en el medio natural

Suelos

- *Pérdida de propiedades físicas:*
 - Alteraciones en la horizonación por arranque y/o mezcla de horizontes, deposición de vertidos y polvo. Pérdida de los horizontes superficiales por erosión inducida.
-

Impactos de la minería en el medio natural

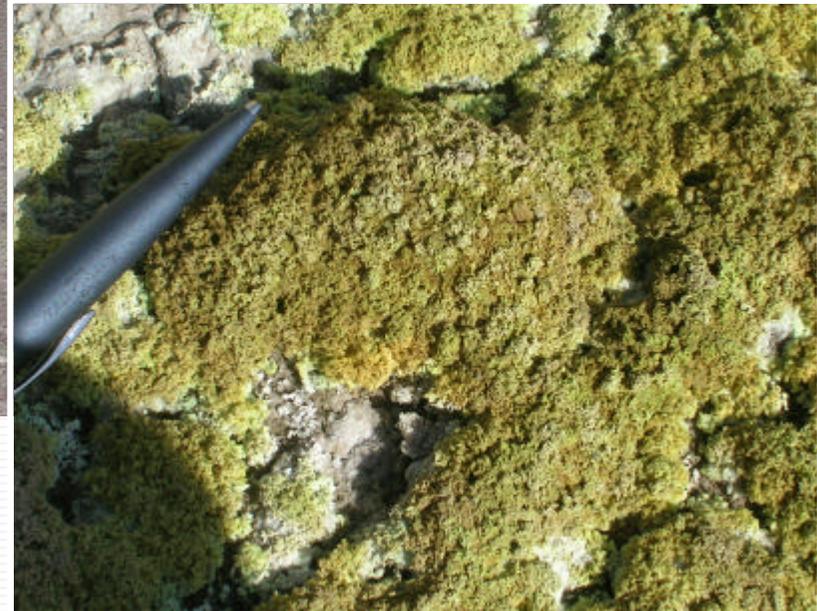
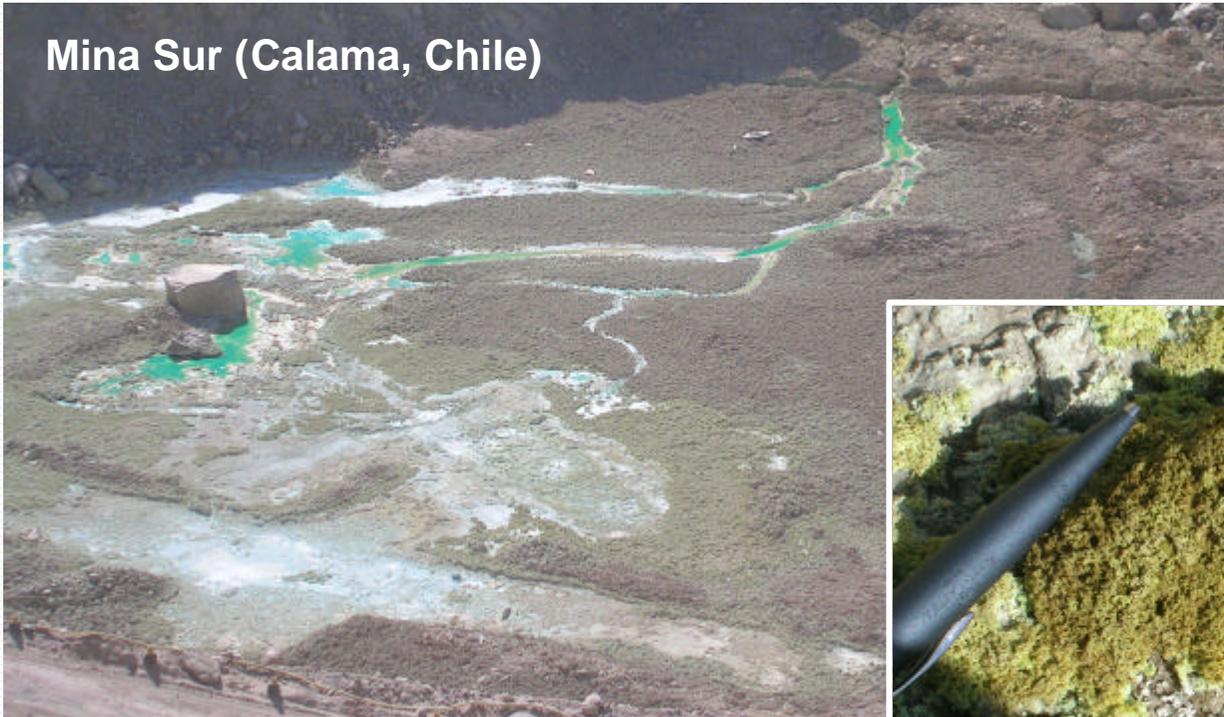
Suelos

- *Pérdida de propiedades químicas:*
 - Contaminación por metales pesados (Cu, Pb, Cd, Hg, etc), metaloides (As) e hidrocarburos generada por efluentes líquidos y sólidos.
 - Acidificación por acumulación y oxidación de sulfuros y **drenaje ácido**.
 - Adición de sales al suelo (sulfatos).
-

Impactos de la minería en el medio natural

Suelos

Mina Sur (Calama, Chile)



Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

- *Alteraciones en la dinámica fluvial:*
 - Variación del perfil y trazado de la corriente fluvial, variaciones en el nivel de base local, alteración en la dinámica (variaciones en las tasas de erosión/sedimentación) en el perfil (aguas abajo y aguas arriba) por excavaciones, diques y represas. Aumento de la peligrosidad de inundación.
-

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

Mina Brillador (La Serena, Chile)



Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

- *Alteraciones en la dinámica fluvial:*
 - Incorporación de partículas sólidas en la corriente, aumento de la carga de fondo y en suspensión, incremento en las tasas de sedimentación aguas abajo.



**Mina Brillador
(La Serena,
Chile)**

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

- *Pérdida de masas de agua:*
 - Ocupación de lagos, embalses, bahías (p.e. Portman).

Antes de 1958



Actual

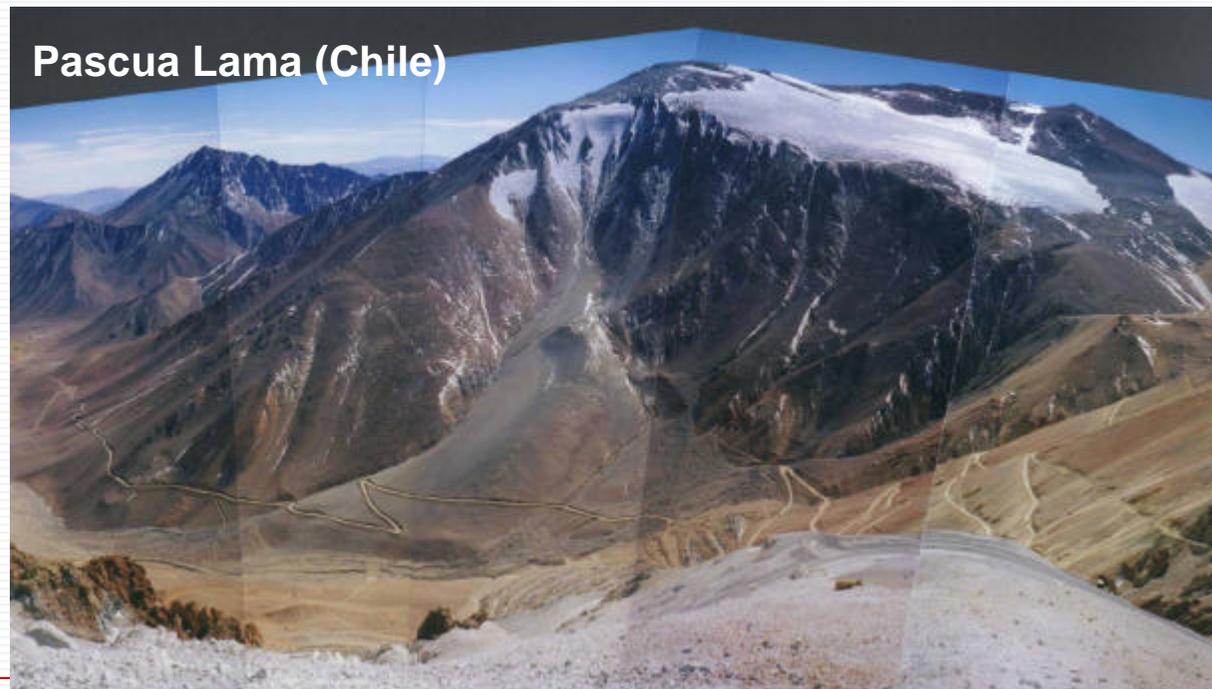


<http://divergencias.typepad.com/>

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

- *Pérdida de masas de agua:*
 - Pérdida de masas glaciares.



Impactos de la minería en el medio natural

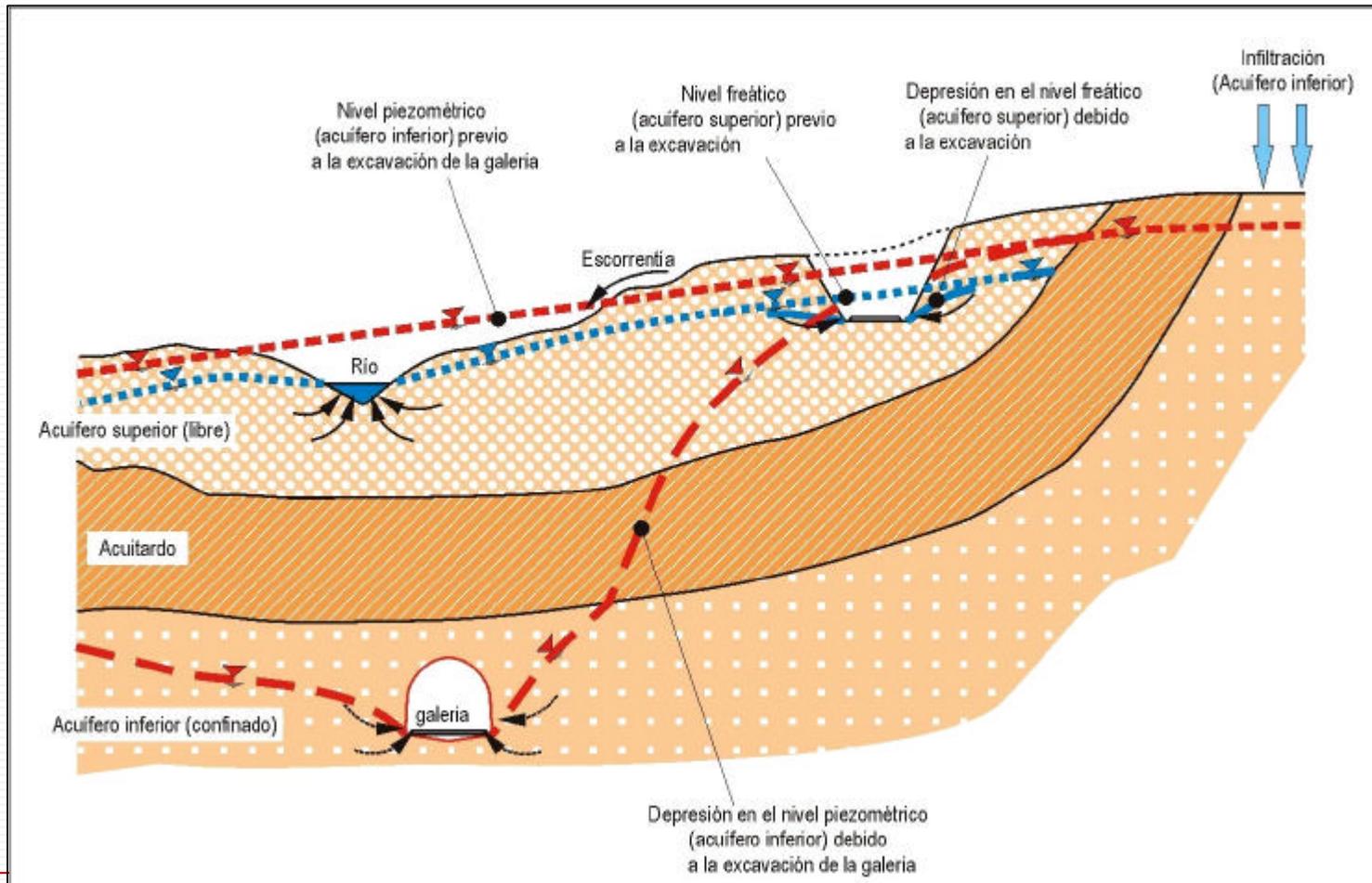
Aguas

□ *Alteraciones en el régimen hidrogeológico:*

- Variaciones en el nivel freático, variaciones en el régimen de recarga y modificaciones en el flujo subterráneo por efectos barrera, drenajes inducidos, infiltración restringida/favorecida, compactación, modificación del relieve, deforestación.
-

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas



Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

□ *Contaminación por metales pesados y metaloides (As):*

- En coloides en suspensión.
 - En especies en disolución: uno de los procesos más relevantes para la movilización de metales desde la fase sólida es el ("acid mine drainage", AMD), además de los procesos de metalurgia por lixiviación y cianuración.
-

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

□ *Contaminación por metales pesados y metaloides (As):*

- Se puede producir nuevamente la incorporación de los metales a la fase sólida (sedimentos) por adsorción y/o coprecipitación.



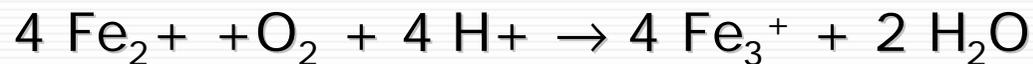
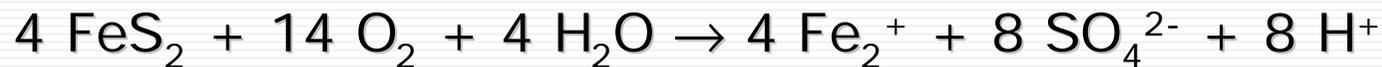
Rio Toro (Chile)

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

□ *Variaciones del pH por el drenaje ácido de mina :*

■ Se produce por la hidrólisis y oxidación de sulfuros, en especial la pirita:



Impactos de la minería en el medio natural

Aguas



Río Tinto (Nerva, España)

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

- *Variaciones del pH por el drenaje ácido de mina ("acid mine drainage", AMD):*
 - En condiciones de aridez, se forman sulfatos de hierro (jarosita).
 - Como resultado se obtienen aguas de pH muy bajo (2-3), cargadas en aniones (sobre todo sulfatos), en las que generalmente son más solubles los metales pesados como Pb, Zn, Cu, As, Cd, etc. (a excepción de Hg).
-

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

□ Composición de AMD de una mina de Pb-Zn

Componente	valor (ppm)
SO ₄ ⁻²	63.000
Fe _{total}	16.250
Zn	14.560
Ni	4,8
Cu	13,4
Mn	2.625
Cd	22,5
pH	2,2 (unidades)
Conductividad	48000 (moh)

Impactos de la minería en el medio natural

Aguas

- Variaciones del pH por el *drenaje ácido de mina* (“acid mine drainage”, AMD):
 - Depende de la superficie específica (tamaño) de las partículas ¡¡balsas!! y la porosidad.
 - La cinética también esta controlada por el clima y la actividad bacteriana.
-

Impactos de la minería en el medio natural

Fuentes documentales

- Curso de Minería y Medio Ambiente (P. Higuera & R. Oyarzún): <http://www.uclm.es/users/higuera/mam/>
 - Minería y contaminación del agua (J. Oyarzún): http://www.ucm.es/info/crismine/Aguas_contaminacion_Chile/Contaminacion_aguas_Chile.htm
 - Grupo de Estudios en Minería y Medioambiente (GEMM): http://www.uclm.es/users/higuera/Portal_GEMM/portal.htm
 - Curso sobre Factores clave en evaluación ambiental de proyectos mineros (J. Oyarzún y otros, 2006). Universidad de La Serena, CD-Rom.
-