

Retos de la gestión del agua en la minería

Paul L Younger

C.Geol. C.Eng. FIChemE FCIWEM FIMMM

HSBC Professor of Energy & Environment

Hydrogeochemical Engineering Research & Outreach (HERO)

Institute for Research on Environment & Sustainability (IRES)

Newcastle University, UK. (paul.younger@ncl.ac.uk)

Retos de la gestión del agua en la minería

Paul L Younger

C.Geol. C.Eng. FIChemE FCIWEM FIMMM

Catedrático 'HSBC' de Energía y Medio-Ambiente

Investigación e Extensión en Ingeniería Hidrogeoquímica (HERO)
Instituto de Investigación en Medio-Ambiente y Sostenibilidad (IRES)
Universidad de Newcastle, Reino Unido (paul.younger@ncl.ac.uk)

El alcance de esta ponencia

- Quién soy y quienes somos
- Evolución de perspectivas en la minería:
 - Sobre gestión del agua
 - Sobre gestión medio-ambiental
 - Sobre el ciclo de vida de actividades mineras
- Influencias externas
- ¿Donde estamos?
- ¿Donde debemos ir?

¿Quién soy?

- Catedrático Británico, actualmente con el patrocinio de la división de Responsabilidad Social Empresarial del Banco **HSBC**
- Ingeniero de Minas (C.Eng.) especializado en hidrogeología minera y la gestión medio-ambiental en minería
- Presidente pasado (2003-2004) del Instituto más antiguo en el mundo de Ingenieros de Minas (NEIMME)
- Experiencia internacional en manejo de aguas de minas:
 - Reino Unido (Río Tinto; MIRO; Anglo (Tarmac); EA; CA; Scottish Coal); España (Río Narcéa Gold Mines S.A.; ETSIMM; ETSIMO); Irlanda (Anglo Base Metals); Alemania (TUB-Freiberg); Brasil (CVRD; Banco Mundial); África del Sur (Anglo Coal); MI Intl Ltd); Canadá (Cape Breton Dev Co.; INAP; Mining Association of Canada); Nueva Zelanda (Solid Energy); Australia (Rio Tinto; AusIMM) etc

¿Quién soy? (cont.)

- Autor del libro de texto '*Mine Water: Hydrology, Pollution, Remediation*' (Kluwer, 2002)
- Miembro del Ejecutivo, *International Mine Water Association*
- Presidente: *PADRE* (Junta Europea para la Remediación del Drenaje Ácido)
- Miembro del Directorio Editorial, *Mine Water & the Environment*
- Coordinador de los tres proyectos de investigación sobre aguas de minas mas grandes de la Comisión Europea : PIRAMID y ERMITE
- Coordinador Técnico de ERMISA; Coordinador de CAMINAR

¿Quienes somos?: El Grupo HERO

- Tras de 14 años de investigación y extensión en aguas de minas, el grupo HERO de la Universidad de Newcastle (R.U.) se ha convertido en el grupo más grande en esta materia en toda Europa
- HERO fue el sede de los dos proyectos de la Comisión Europea mas grandes hasta la fecha sobre aguas de minas : PIRAMID y ERMITE
- Actualmente, HERO es el sede de los tres proyectos mas importantes de la Comisión: CoSTaR, ERMISA, CAMINAR
- HERO es también el sede del Investigador Nacional de Aguas de Minas de la Agencia Medio-Ambiental (Inglaterra / País de Gales)
- En Febrero de 2005, HERO fue otorgado el Premio Del Aniversario de la Reina para Educación Superior, el honor mas alto del sector universitario Británico para su trabajo sostenido en 'Remediación Universal de la Contaminación de Aguas de Minas'



Evolución de perspectivas en la minería

- Sobre gestión del agua
- Sobre gestión medio-ambiental
- Sobre el ‘ciclo de vida’ de las actividades mineras

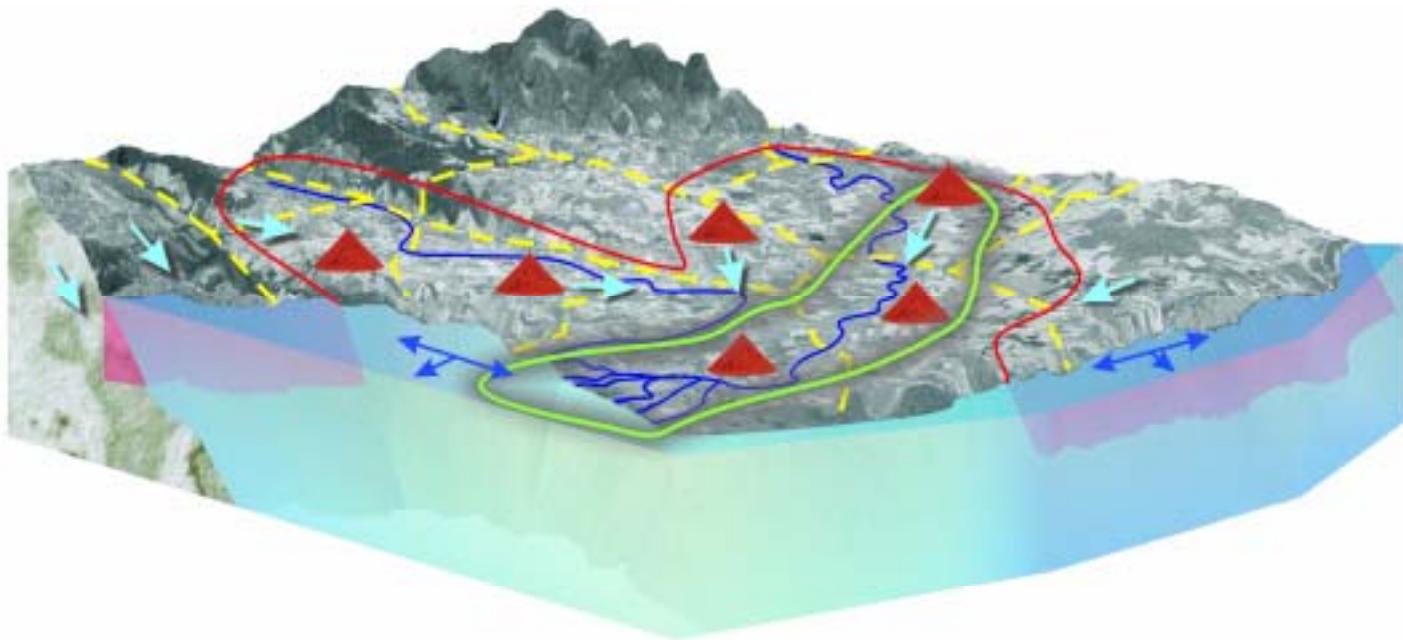
Evolución de perspectivas sobre gestión del agua en la minería

- Una molestia
 - p. ej. informe de 1858: “30 toneladas de agua por cada tonelada de mena”
- Un mal necesario
 - un elemento imprescindible en laboreo y beneficiación
- Un bien medio-ambiental

Evolución de pensamiento sobre agua como ‘un bien medio-ambiental’ influido por minería

- Necesidad de evaluar impactos aguas abajo del ‘uso’ minero del agua: EIA
- Inserción en el manejo de cuencas hidrográficas: evaluación de los valores múltiples del agua (tarea en progreso)
- Mas allá que la cuenca: la marca total del uso minero de agua, en espacio y tiempo

La perspectiva de cuenca ...



■ Surface Water Divide/Main Catchment Boundary

~~~~~ Surface Waters

Map Municipal Boundaries

Map Water Influence Zone of Mine Waste Site

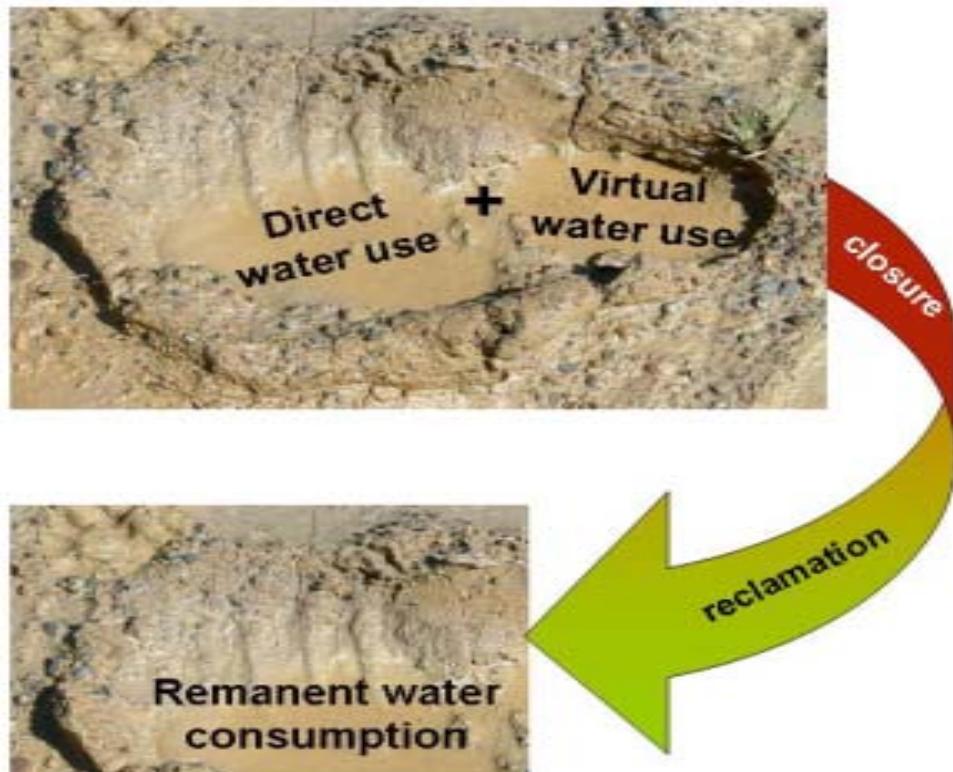
▲ Mine Waste Sites

→ Diffuse Groundwater Flow Direction

→ Coastal Water Flows

# La ‘marca hídrica’ de una mina

**Operational  
phase of  
mine life**



**Post closure:  
hydrological  
after-life**

## Evolución de perspectivas sobre gestión medio-ambiental en la minería

- Antes de 1980: casi nada
- 1980 - ~ 1995: Un lío impuesto de afuera
- ~ 1995 – hoy: Un elemento clave del cumplimiento de la responsabilidad social empresarial; el costo de “la licencia social para operar” (Mining Association of Canada 2005)

## Evolución de perspectivas sobre agua e el ‘ciclo de vida’ de actividades mineras

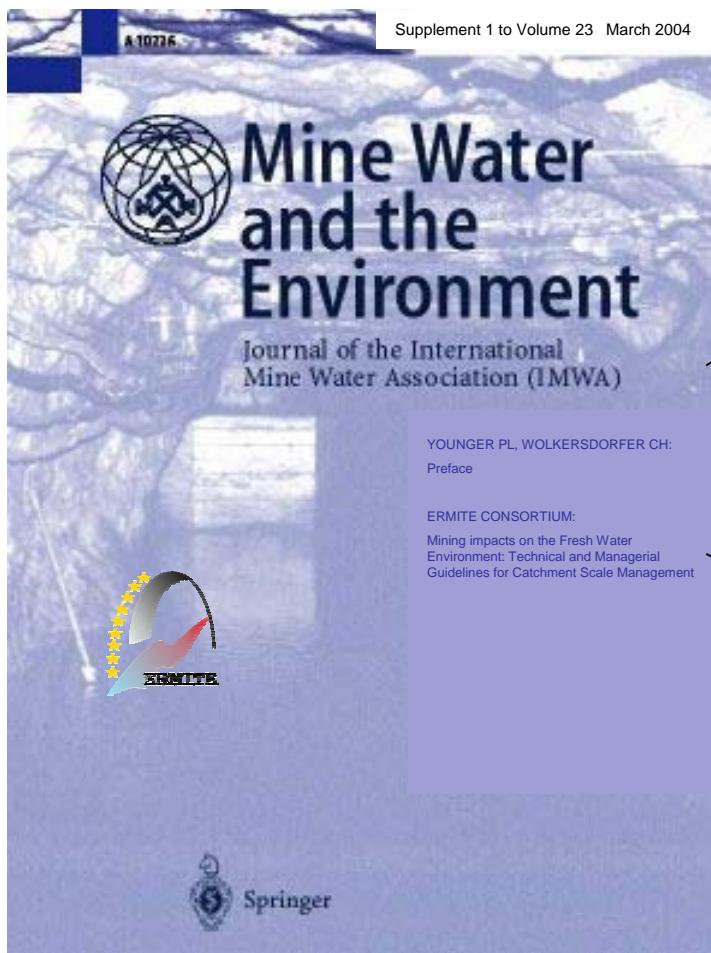
- Enfoque tradicional: la fase extractiva nomás
- Enfoque de los años 90<sup>a</sup>: ‘planificación para el cierre’
- Enfoque ‘holístico’: ‘Planificación hidrológicamente defensiva’

# Planificación hidrológicamente defensiva

- ¿Para que?: evitar la generación de nuevos 'pasivos ambientales mineros'
- ¿Cómo?: utilizar prácticas que minimizan el impacto hidrológico en el diseño e implementación de obras de exploración (pozos etc), explotación, restauración y gestión al largo plazo - *con apoyo de las guías técnicas de ERMITE*

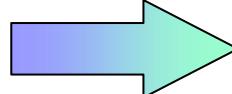
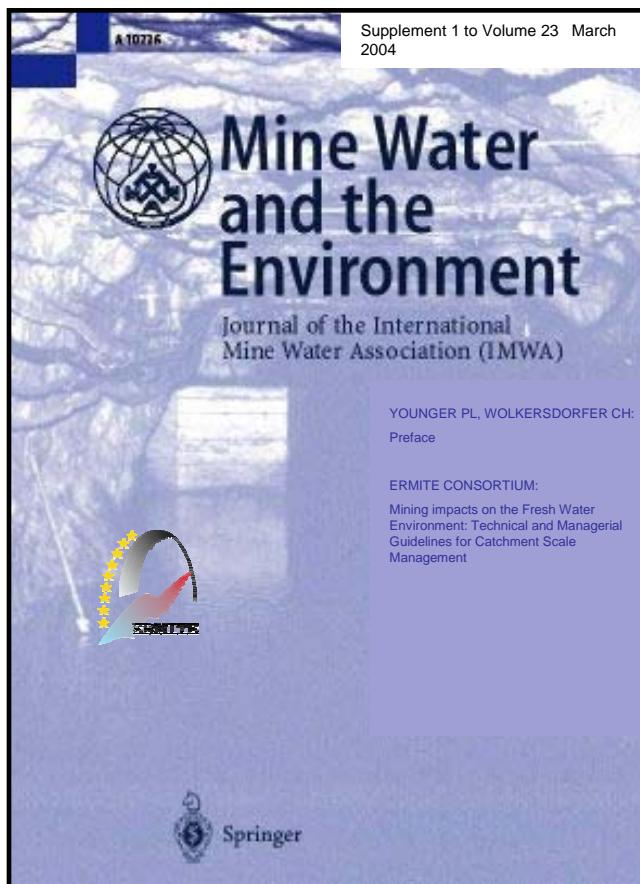
# **ERMITE: Environmental Regulation of Mine Waters in the European Union**

Comisión Europea, 5o Programa Marco, contrato EVK1-CT-2000-00078



- **YOUNGER PL,  
WOLKERSDORFER CH:  
Preface**
- **ERMITE CONSORTIUM:  
Mining impacts on the Fresh  
Water Environment: Technical  
and Managerial Guidelines for  
Catchment Scale Management**

## Las guías técnicas de 'ERMITE' para el manejo de impactos mineros en sistemas de agua dulce a nivel de cuenca



## Asuntos relacionados a la escala temporal en el ciclo de vida minero

- ‘Amnesia empresarial’ y seguimiento de estructuras claves (p.ej. Diques de colas)
- Cambios en calidad de las aguas durante y después del cierre de una mina
- Cambios permanentes en cantidad y calidad de agua (*marca hídrica*)
- Aparición inesperada de dependencia de descargas artificiales del agua

# ‘Amnesia empresarial’ y la estabilidad de diques de colas



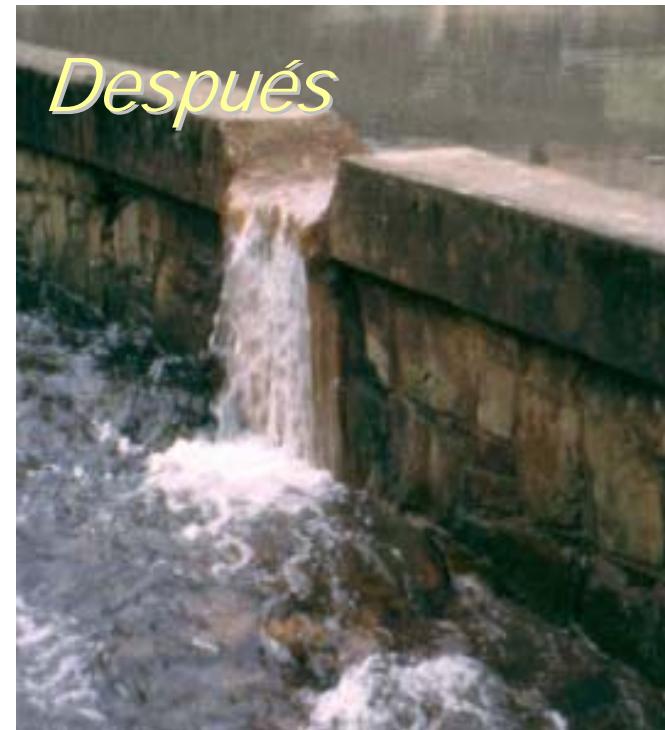
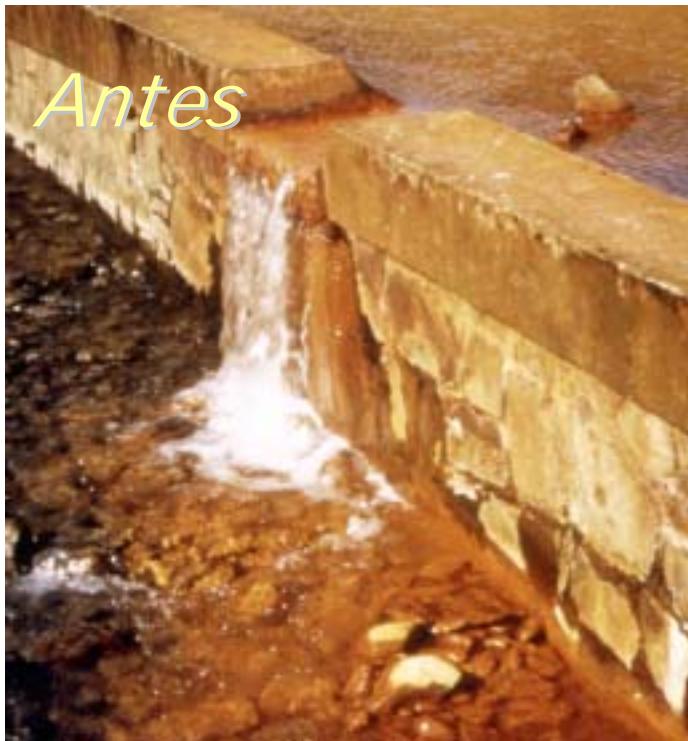
## Empeoramiento de la calidad de las aguas durante la inundación de labores mineras abandonadas, después de finalizar el bombeo



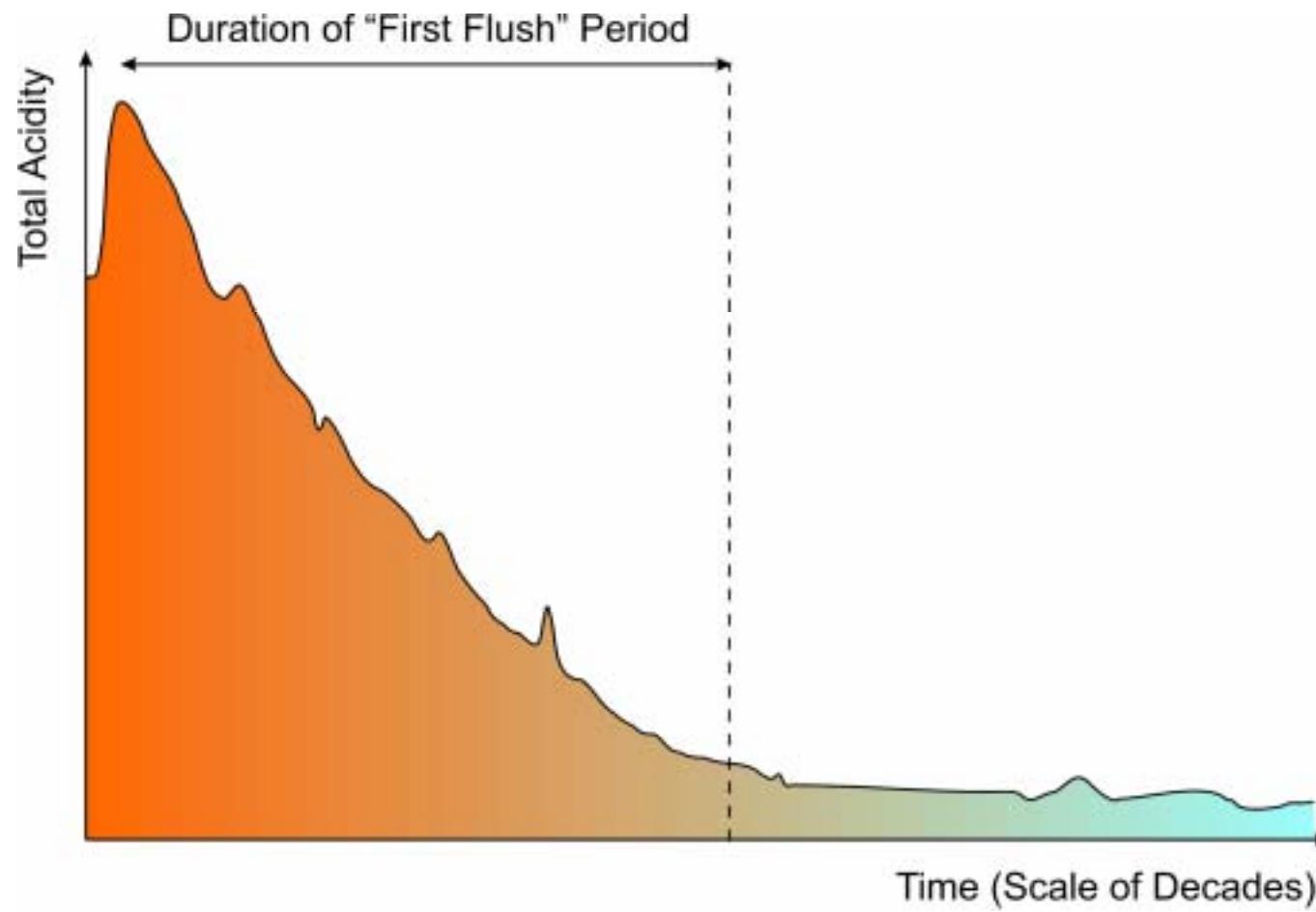
*Disolución de 'sales generadores de acidez'*

(minerales secundarios formados por la meteorización de pirita en un ambiente húmedo pero no saturado)

Empeoramiento de la calidad de las aguas durante  
la inundación de labores mineras abandonadas,  
después de finalizar el bombeo



## Cambios en calidad después de cumplirse la inundación y el inicio de descarga



Durante el ‘primer lavado’ ...



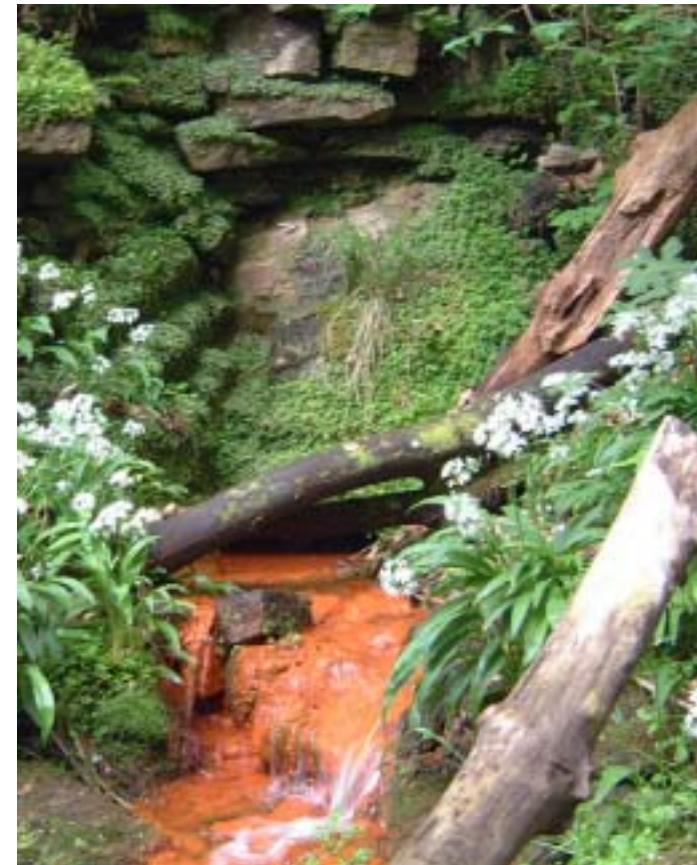
# Al largo plazo ...



# Al largo plazo ...



- Labores mineras de la Edad de Bronce:
- Todavía una fuente de drenaje ácido después de 3500 años



# Cambios permanentes en disponibilidad del agua

- Por ejemplo:
  - Reducción permanente del nivel freático por medio de galerías de drenaje / pozos horizontales etc
  - Pérdidas de aguas subterráneas por la evaporación en ‘lagos de tajo’
    - Importante: esos acuíferos no sufrían evapotranspiración antes de la explotación minera

# Dependencias sobre descargas artificiales del agua: ¿que pasará tras del cese del desagüe?

- Pérdida de flujo de base en cauces aguas abajo durante la fase de inundación de la mina:
  - Pérdida de dilución para aguas negras
  - Pérdida de hábitats (ej. El Sitio Ramsar de Grootvlei, África del Sur)
- Pérdida de riego de bosques etc que se cultivaron durante la fase de explotación

# Influencias externas ...

- Herencia del legado negativo de malas prácticas en la minería histórica
  - 850 pasivos ambientales mineros en el Perú; 25 críticos por sus impactos
- Cambio climático
  - Perú se destaca por una vulnerabilidad alta al calentamiento global (Tyndall Centre); implica cambios fuertes en la disponibilidad de agua en muchas cuencas mineras
  - Impactos indirectos relacionados al reto de la adopción de prácticas empresariales para minimizar emisiones de CO<sub>2</sub>
- Cambios políticos
  - Pérdida de ‘la licencia social para operar’ (ej. sucesos recientes en Bolivia)
  - Globalización / aumento en sofisticación de los grupos opuestos a la minería

# Respuestas

- EIA: Estudios de impactos medio-ambientales
- Otras formas de regulación estatales
- Códigos voluntarios de mejores prácticas ('sin implicar costos excesivos')

# Estudio de impactos medio-ambientales (EIA)

- Muchas investigaciones han demostrado que el componente hidrogeológico en los EIAs es habitualmente demasiado débil, ej.:
  - Kuma, J.S., Younger, P.L., & Bowell, R.J. (2002) Expanding the hydrogeological base in mining EIA studies: A focus on Ghana. *Environmental Impact Assessment Review*, 22: 273 - 286.
  - Estudios de casos controvertidos actuales de la minería en el Perú, realizado por el equipo de ERMISA (2006)
- Frecuentemente falta una apreciación adecuada de los asuntos relacionados a la escala temporal de procesos hidrogeológicos en el ‘ciclo de vida’ completo de operaciones mineras
- En principio los EIAs deberían tener un papel clave, una vez que se mejoren las normas para los elementos hidrogeológicos

# Otras formas de regulación estatal

*Principios ...*

- Holístico
- Separación de poderes
- Seguimiento

*Para qué ...*

- Evitar ‘incentivos perversos’
- Evitar conflictos de intereses
- Asegurar la credibilidad de la fiscalización (transparencia)
- Averiguar implementación

# Otras formas de regulación estatal

- Concretamente en cuanto a minería:
  - Separar la promoción de actividad económica de la protección del medio-ambiente
  - ej.:
    - Ministerios de Minas:
      - Promover desarrollo minero, asegurando ingresos justos al tesoro público
    - Ministerios de Medio-Ambiente:
      - Escudriñar los EIAs; fijar límites (adecuados para cada región); monitoreo y averiguación de cumplimiento
      - Precisa poderes de acceso a terrenos privados

# Códigos voluntarios de buenas prácticas

- Ya tienen, y van a seguir teniendo, un papel clave, por que:
  - suelen reflejar ‘lo posible’ mucho más fielmente que las leyes escritas por políticos que no conocen bien el sector minero
  - Entran en niveles de detalle mucho más fino que las leyes
- Sin embargo, se pueden identificar casos en que el uso ‘ciego’ de tales códigos ha rendido resultados totalmente contrarios de los planteados por los autores de los mismos códigos

## Ejemplo: Provocando problemas graves por la aplicación ‘ciega’ de una política de descarga cero

- Mina de oro, zona semi-árida
- Se implementó una política de descarga cero mediante la construcción y uso de una enorme cuenca de evaporación
- Se evaporaron todas las aguas:
  - usadas en la beneficiación de la mena, y que podrían contener cianuros
  - que se encontraron en las labores de la mina, que fueron acídicas / metalíferas, y/o tenían una posibilidad (aún pequeñísima) de haber contactado los cianuros
  - bombeadas de acuíferos regionales afuera de la mina, para prevenir su ingreso a la mina

## Ejemplo: Provocando problemas graves por la aplicación ‘ciega’ de una política de descarga cero (cont.)

- Al evaporar las aguas subterráneas de los acuíferos externos:
  - se secó varios kilómetros del río principal de la región
  - se bajó la capa freática alrededor de la mina, hasta que docenas de pozos particulares se dejaron sin agua
- La práctica más buena hubiera sido descargar esas aguas al río, aguas abajo de la mina

# Elaborando los códigos voluntarios del futuro: el ICMM



- ICMM – Consejo Internacional de Minería y Metales
- Establecido Octubre 2001
- Sede Central: Londres
- Miembros: Empresas líderes en el sector minero (Rio Tinto, Anglo American, Newmont, Noranda etc)
- Visión: *“Una industria viable de minería, minerales y metales ampliamente reconocida por ser imprescindible para la vida moderna y un contribuyente clave al desarrollo sustentable”*

- 1**  
Implementar y mantener prácticas éticas de negocios y sistemas sólidos de gobierno corporativo.
- 2**  
Integrar los temas de desarrollo sustentable al proceso de toma de decisiones de la empresa.
- 3**  
Apoyar los derechos humanos fundamentales y el respeto por culturas, costumbres y valores, en la relación con los empleados y otros grupos afectados por nuestras actividades.
- 4**  
Implementar estrategias de gestión de riesgo basadas en información válida y una sólida base científica.
- 5**  
Buscar el mejoramiento continuo de nuestro desempeño en salud y seguridad.
- 6**  
Buscar el mejoramiento continuo de nuestro desempeño ambiental.
- 7**  
Contribuir a la conservación de la biodiversidad y a enfoques integrados de planificación territorial.
- 8**  
Facilitar y estimular el diseño, uso, reutilización, reciclaje y disposición responsables de nuestros productos.
- 9**  
Contribuir al desarrollo social, económico e institucional de las comunidades situadas en nuestras áreas de operación.
- 10**  
Implementar con nuestras partes interesadas mecanismos de información, comunicación y participación que sean efectivos, transparentes y verificables independientemente.

## El corolario último de los códigos voluntarios ...

- Si se hace en serio, la aplicación de códigos de práctica basados en principios elevados (tal como los del ICMM) implica que existen situaciones en que el desarrollo sostenible requiere renunciar a la explotación de yacimientos aparentemente rentables

# Agua: un papel clave en la contribución minera al desarrollo sostenible

- Agua es el vector más importante y el receptor más común de los impactos ambientales en minería
- Sin embargo, son pocas las empresas mineras que mantienen un enfoque consistente en asuntos hídricos:
  - al nivel operacional el agua se considera todavía una molestia
- Otra posibilidad es aprovechar la pericia de operaciones mineras en la geología y disponibilidad de agua hasta convertirse en compañías de recursos naturales en su totalidad

# Agua: mejorando los logros en el sector minero

- Capacitación en monitoreo eficaz: ej. ‘cargas’ valen mas que ‘concentraciones’
- Adoptando la perspectiva de cuencas como marco de referencia básico
- Mecanismos para el diálogo multi-sectorial, respetando cosmologías indígenas del agua
- Obteniendo y manteniendo la ‘licencia social para operar’