

Seguridad minera subterránea Mitigación impactos ambientales De la actividad



Expone:
Rafael Castro Meza
Abogado. Magister en Derecho Ambiental
Montt y Cía.

Nuestras oficinas:



Cero daño

“Sin fatalidades, sin lesiones, sin defectos de procesos y sin daños en las instalaciones o equipos”. Ésta es la definición original del concepto de “Cero Daño” que especialmente en la minería es reconocido como el objetivo final de todos los programas de seguridad impulsados en la industria.

Proyecto de Ley Marco de Seguridad Minera del Parlamento Latinoamericano (2016)

“Busca generar una cultura de seguridad al interior de las faenas que permita disminuir el riesgo y el número de accidentes y fortalecer la normativa de seguridad minera local, de manera de propender al fortalecimiento de una institucionalidad dotada de facultades normativas, fiscalizadoras y sancionatorias”.

Pequeña y Mediana Minería: el sector más vulnerable.

- En nuestra pequeña y mediana minería es indispensable actuar con mayor sentido de urgencia, teniendo en cuenta que este segmento sigue mostrando índices altos de accidentabilidad y fatalidad en la industria.

20 REGLAS DE ORO DE LA SEGURIDAD MINERA EN CHILE



1 DISPONER Y CUMPLIR CON PROYECTO Y PLAN DE CIERRE APROBADO.



2 CAPACITAR Y CUMPLIR CON LAS OBLIGACIONES DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA.



3 ACUÑAR CORRECTAMENTE ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE CADA OPERACIÓN MINERA.



4 IMPLEMENTAR Y MANTENER LA FORTIFICACIÓN DE LA MINA EN BUEN ESTADO.



5 DISPONER, EXIGIR, UTILIZAR Y CUIDAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) ADECUADOS A LA TAREA.



6 DETENER Y BLOQUEAR CORREAS TRANSPORTADORAS ANTES DE CUALQUIER INTERVENCIÓN.



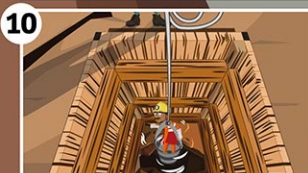
7 LAS MINAS DEBEN MANTENER AL MENOS DOS LABORES DE COMUNICACIÓN CON LA SUPERFICIE.



8 ESTÁ PROHIBIDO EL TRÁNSITO DEBAJO DE LUGARES CON RIESGO DE CAÍDAS DE CARGAS Y/O HERRAMIENTAS.



9 SOLO PERSONAL AUTORIZADO Y CON LICENCIA PUEDE MANIPULAR EXPLOSIVOS.



10 ESTÁ PROHIBIDO TRANSPORTAR PERSONAL EN BALDE. EVITE ACCIDENTES.



11 USE ARNÉS, COLA DE SEGURIDAD Y CUERDA DE VIDA AFIANZADA EN TRABAJOS EN ALTURA.



12 ASEGURE UNA VENTILACIÓN ADECUADA. EVITE INTOXICACIÓN POR GASES.



13 CONTROLE LA ESTABILIDAD DE SU DEPÓSITO DE RELAVES. EVITE COLAPSOS.



14 CONTROLE LA ESTABILIDAD DE SUS TALUDES. EVITE DERRUMBES.



15 DESENERGICE Y BLOQUEE EQUIPOS ELÉCTRICOS ANTES DE CUALQUIER INTERVENCIÓN.



16 NO INTERVENIR EQUIPOS EN MOVIMIENTO. SOLO PERSONAL AUTORIZADO PUEDE OPERARLOS.



17 RESPECTE LAS NORMAS DEL TRÁNSITO AL INTERIOR DE LA FAENA.



18 ESTÁ PROHIBIDO INGRESAR A LA FAENA BAJO LOS EFECTOS DEL ALCOHOL O DROGAS.



19 ESTÁ PROHIBIDO TRASLADARSE EN LA TOLVA DE LOS CAMIONES O EN EQUIPOS NO AUTORIZADOS.



20 VERIFICA EL BUEN ESTADO DE LOS EQUIPOS ANTES DE SU OPERACIÓN.

6 PRINCIPALES TIPOS DE ACCIDENTES MINEROS EN LA PEQUEÑA MINERÍA

» 91% DE LA FATALIDAD MINERA EN CHILE

1 GOLPEADO POR ROCA



RESPETE REGLA DE ORO

ACUÑAR CORRECTAMENTE ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE CADA OPERACIÓN MINERA.

2 CAÍDA DESDE ALTURA



RESPETE REGLA DE ORO

USE ARNÉS, COLA DE SEGURIDAD Y CUERDA DE VIDA AFIANZADA EN TRABAJOS EN ALTURA.

3 ALCANZADO POR TRONADURA



RESPETE REGLA DE ORO

SOLO PERSONAL AUTORIZADO Y CON LICENCIA PUEDE MANIPULAR EXPLOSIVOS.

4 ACCIDENTES OCASIONADOS POR VEHÍCULOS MOTORIZADOS



RESPETE REGLA DE ORO

RESPETE LAS NORMAS DEL TRÁNSITO AL INTERIOR DE LA FAENA.

5 ATRAPAMIENTO



RESPETE REGLA DE ORO

NO INTERVENIR EQUIPOS EN MOVIMIENTO. SOLO PERSONAL AUTORIZADO PUEDE OPERARLOS.

6 INTOXICACIÓN POR GASES



RESPETE REGLA DE ORO

ASEGURE UNA VENTILACIÓN ADECUADA. EVITE INTOXICACIÓN POR GASES.

6 PRINCIPALES TIPOS DE ACCIDENTES MINEROS EN LA MEDIANA Y GRAN MINERÍA

»» **87%** JUNTOS REPRESENTAN EL DE LA FATALIDAD MINERA EN CHILE

1 ACCIDENTES OCASIONADOS POR VEHÍCULOS MOTORIZADOS



RESPETE REGLA DE ORO

RESPETE LAS NORMAS DEL TRÁNSITO AL INTERIOR DE LA FAENA.

2 ATRAPAMIENTO



RESPETE REGLA DE ORO

NO INTERVENIR EQUIPOS EN MOVIMIENTO. SOLO PERSONAL AUTORIZADO PUEDE OPERARLOS.

3 CAÍDA DESDE ALTURA



RESPETE REGLA DE ORO

USE ARNÉS, COLA DE SEGURIDAD Y CUERDA DE VIDA AFIANZADA EN TRABAJOS EN ALTURA.

4 GOLPEADO POR ROCA



RESPETE REGLA DE ORO

ACUÑAR CORRECTAMENTE ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE CADA OPERACIÓN MINERA.

5 GOLPEADOS POR OTROS ELEMENTOS DISTINTOS A ROCAS



RESPETE REGLA DE ORO

PROHIBIDO EL TRÁNSITO DEBAJO DE LUGARES CON RIESGO DE CAÍDAS DE CARGAS Y/O HERRAMIENTAS.

6 CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA



RESPETE REGLA DE ORO

DESENERGICE Y BLOQUEE EQUIPOS ELÉCTRICOS ANTES DE CUALQUIER INTERVENCIÓN.

Faenas subterráneas

- “Estas faenas exigen el desarrollo de competencias técnicas y transversales específicas de trabajo, a las que deben sumarse la disciplina y alta atención en seguridad”.
- “Es necesario considerar la efectividad de los periodos de descanso, el manejo de las condiciones ambientales de la faena y el respeto por las normas y protocolos de seguridad. El trabajo conjunto entre el equipo de prevención de riesgos y los profesionales que ayudan a comprender y potenciar las capacidades mentales, constituye un nuevo aporte a la seguridad en minería, particularmente en faenas subterráneas”

-
- Más del 60% de los accidentes laborales ocurren porque no se respetó o no existía un procedimiento. Por esto es importante que además de que existan, nos aseguremos como operación que todos los trabajadores los conozcan, para enfrentarse de manera segura a las acciones que deban llevar a cabo.

Chile

D.S. 132

Reglamento de Seguridad Minera

Propósito y Alcance

Artículo 1:

El presente reglamento tiene como objetivo establecer el marco regulatorio general al que deben someterse las faenas de la Industria Extractiva Minera Nacional para:

- a) Proteger la vida e integridad física de las personas que se desempeñan en dicha Industria y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ella.
- b) Proteger las instalaciones e infraestructura que hacen posible las operaciones mineras, y por ende, la continuidad de sus procesos.

Artículo 2:

Las disposiciones de este Reglamento son aplicables a todas las actividades que se desarrollan en la Industria Extractiva Minera.

De las Obligaciones de los Trabajadores

Artículo 38

Es obligación de cada uno de los trabajadores respetar y cumplir todas las reglas que le conciernen directamente o afecten su conducta, prescritas en este Reglamento y en otros internos de la faena minera, o que se hayan impartido como instrucciones u órdenes. Toda persona que tenga supervisión sobre los trabajadores, deberá exigir el cumplimiento de tales reglas o instrucciones. La Empresa minera deberá disponer de los medios necesarios para que tanto los trabajadores como los supervisores cumplan con estas exigencias. El incumplimiento por parte del trabajador a los reglamentos, normas y procedimientos o instrucciones entregadas para el correcto desempeño de su trabajo, podrá ser sancionado por la Empresa conforme a lo establecido por la Ley N° 16.744.

Obligación de la Empresa Minera en Seguridad

Artículo 184 del Código del Trabajo, el legislador ordena que la empresa minera disponga de los medios necesarios para que los trabajadores cumplan con sus obligaciones de seguridad y los supervisores con la posibilidad de establecer las condiciones para ello.

Según lo dispuesto por el art. 38 del D.S. 132

“La Empresa minera deberá disponer de los medios necesarios para que tanto los trabajadores como los supervisores cumplan con estas exigencia”

Sanciones

La violación de las normas de seguridad podrían dar lugar a sanciones más o menos drásticas, en la que no se puede pensar que la terminación del trabajo, sin indemnización de perjuicios, no sea una de ellas. quizás, la más drástica, pero, en algunas casos absolutamente convenientes para mantener la disciplina laboral y en especial la aplicación de la normativa de seguridad.

Las normas de prevención son para que todos los trabajadores la cumplan

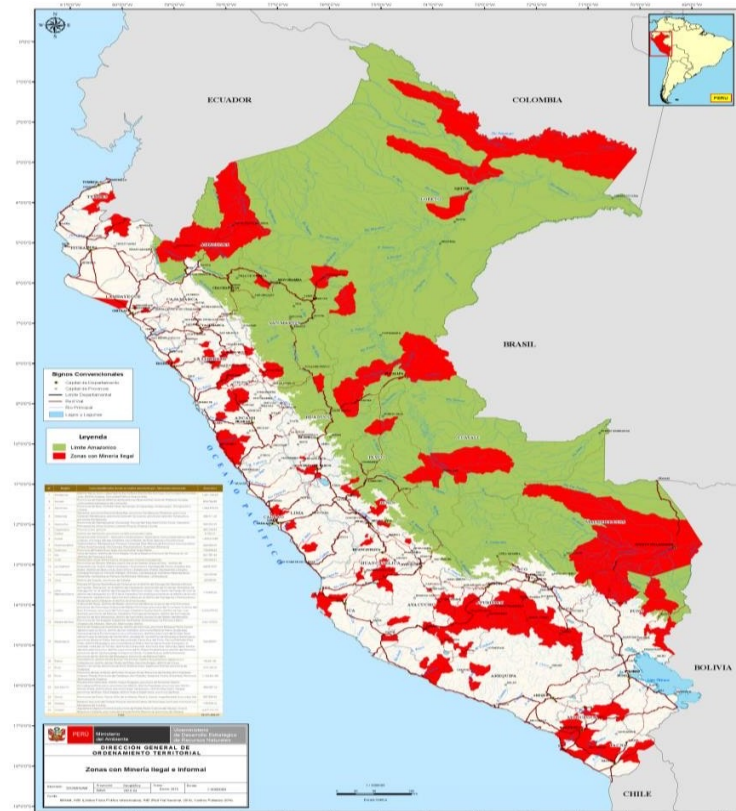
DS 132 sanciona las acciones imprudentes al señalar que
~~se expresa:~~

“El incumplimiento por parte del trabajador a los reglamentos, normas y procedimientos o instrucciones entregadas para el correcto desempeño de su trabajo, podrá ser sancionado por la empresa conforme a lo establecido por la ley n° 16.744.”

Persisten importantes desafíos ambientales de la minería en la región

- Contaminación del agua, aire y suelo de los procesos de extracción, fundición y transporte.
- Competencia por el uso del agua (cuencas y reservorios)
- Destrucción de hábitat y zonas protegidas
- Superposición de zonas mineras sobre áreas de importancia para la biodiversidad
- Numerosos pasivos ambientales
- Actividades de alto riesgo informales e ilegales (mercurio)

Zonas con minería ilegal e informal en Perú

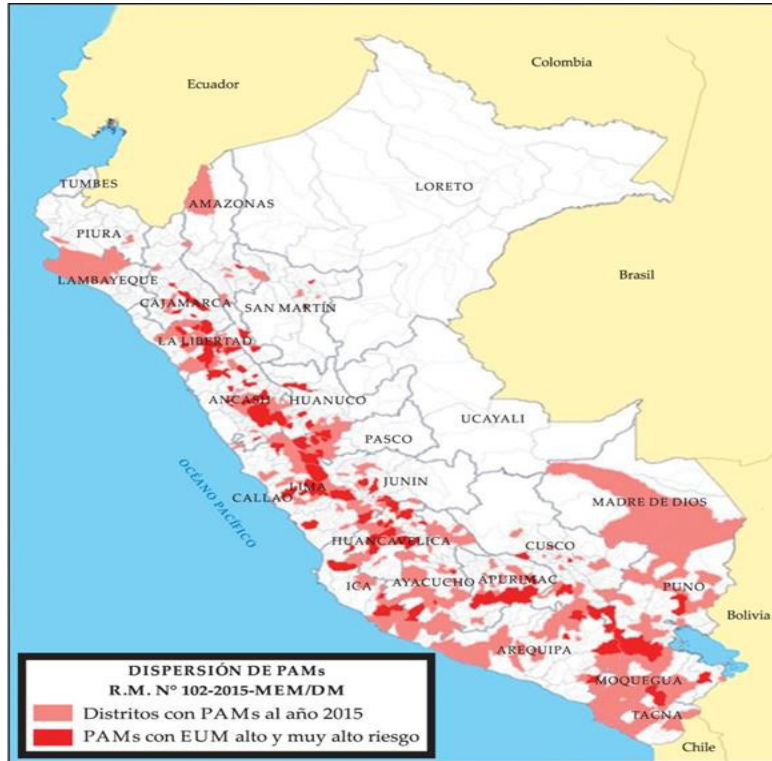


Fuente: Ministerio del Ambiente del Perú

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas

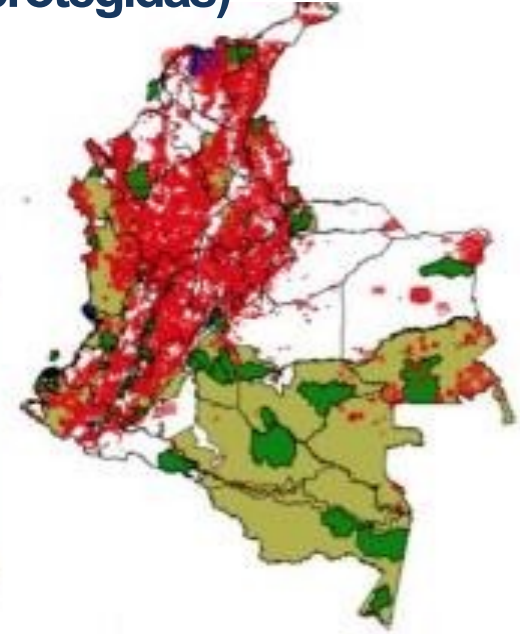
Aumentando las presiones sobre el medio ambiente

Pasivos ambientales mineros



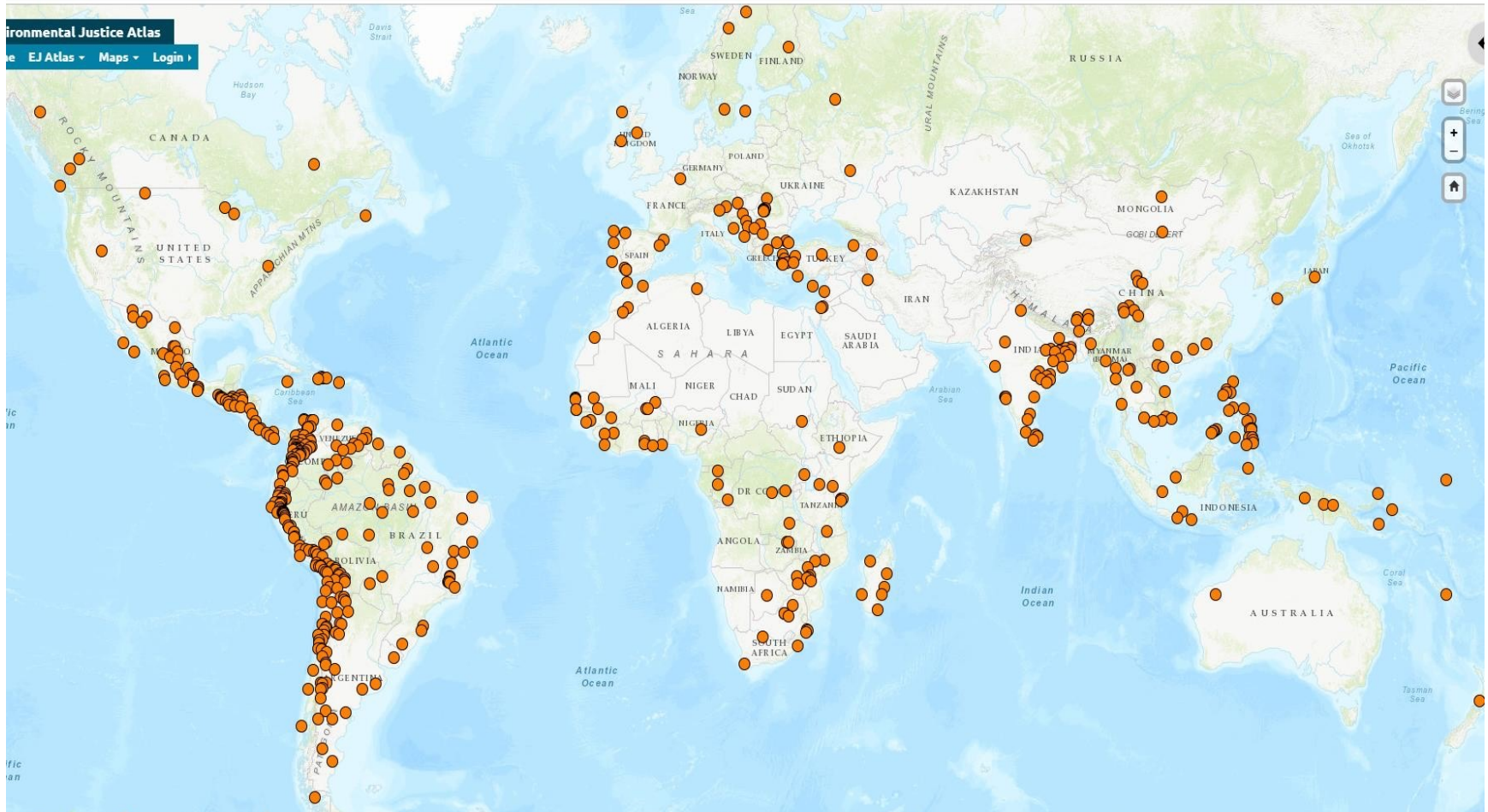
Superposición zonas mineras e importantes para la biodiversidad (áreas protegidas)

MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS, TÍTULOS Y SOLICITUDES MINERAS



- Esgurrimiento superficial, la infiltración y el drenaje ácido.
- Arrastre de material particulado
- Eventos extremos y estabilidad física de los depósitos de relaves

ALCes la región con más conflictos socioambientales de explotación minera



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base Environmental Justice Atlas. En web: <https://ejatlas.org/>

Definición de Buenas Prácticas:

- *Prácticas que consideran **modelos de mejoramiento** de la gestión, manejo y desempeño ambiental y social de los sectores productivos, **a partir de la experiencia y de casos exitosos** replicables, teniendo en cuenta la naturaleza y condiciones específicas de cada actividad y su entorno” , y agrega una característica que es determinante en el concepto de buenas prácticas, la de ser: “...**voluntarias, van más allá de la ley y se convierten en un código de conducta**”.*



CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Ley 20.551: Un impulso a la mejora ambiental

Objetivos de la Ley de Cierre:

1. Resguardar la Vida, Salud y Seguridad de las **Personas y del Medio Ambiente.**
2. **Mitigar los Efectos negativos** de la Industria.
3. **Evitar el Abandono** de faenas mineras después del cese de las Operaciones.
4. Asegurar la **Estabilidad Física y Química** de los lugares en que se desarrolle la Actividad Minera.
5. **Establecer Garantías** para el cierre efectivo de las Faenas e Instalaciones Mineras.
6. **Crear un Fondo Post-Cierre** para **seguimiento y control** de Faenas Cerradas.



Ley 20.551: Un impulso a la mejora ambiental

Estabilidad Física

Seguridad Estructural

- Desmantelamiento de instalaciones y estabilización de estructuras remanentes.

Estabilidad Química

Generación de Drenajes

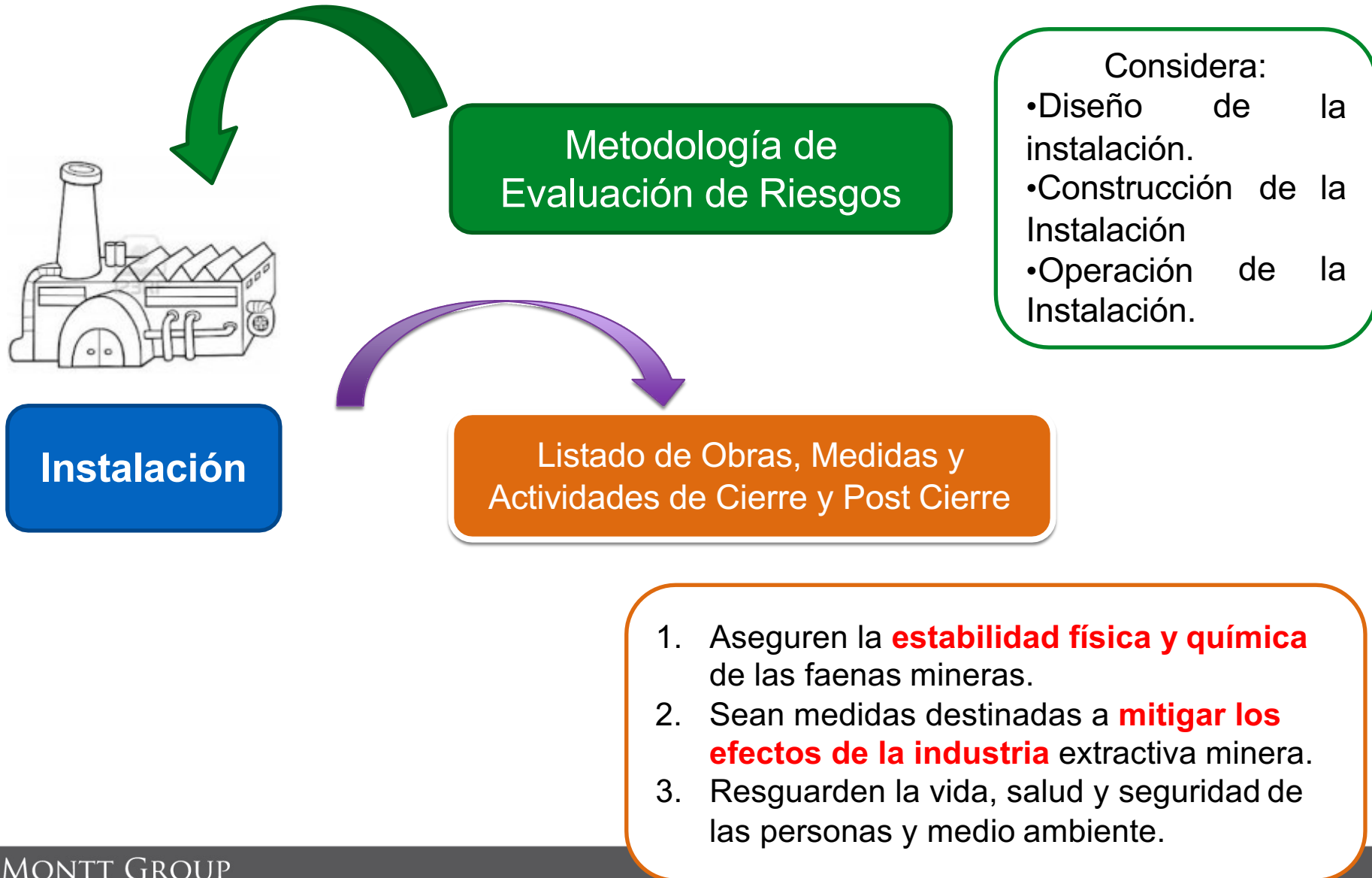
- Prevención, control y manejo de drenajes en instalaciones remanentes.

Prevención de Riesgos

Protección de la salud y seguridad de las personas y del medio ambiente.

- Cierre de accesos, señáletica, etc.

Ley 20.551: Un impulso a la mejora ambiental



2. Estabilidad Química y Buenas Practicas Ambientales

Problemas de la Minería luego del Cierre de las Faenas.

• Estabilidad Química

- Situación de **control en agua, en aire y en suelo** de las características químicas que presentan los materiales contenidos en las obras o depósitos de una faena minera, cuyo fin **es evitar, prevenir o eliminar**, si fuere necesario, la **reacción química que causa acidez, evitando el contacto del agua con los residuos generadores** de ácidos que se encuentren en obras y depósitos masivos mineros, tales como depósitos de relaves, botaderos, depósitos de estériles y ripios de lixiviación.

• **LEY 20.551 (Título I, Artículo 3)**

Seguridad del Medio Ambiente

Estabilidad Física

Situación de **seguridad estructural**, que mejora la resistencia y disminuye las fuerzas desestabilizadoras que pueden afectar obras o depósitos de una faena minera, para la cual se utilizan medidas con el fin de **evitar fenómenos de falla, colapso o remoción**.

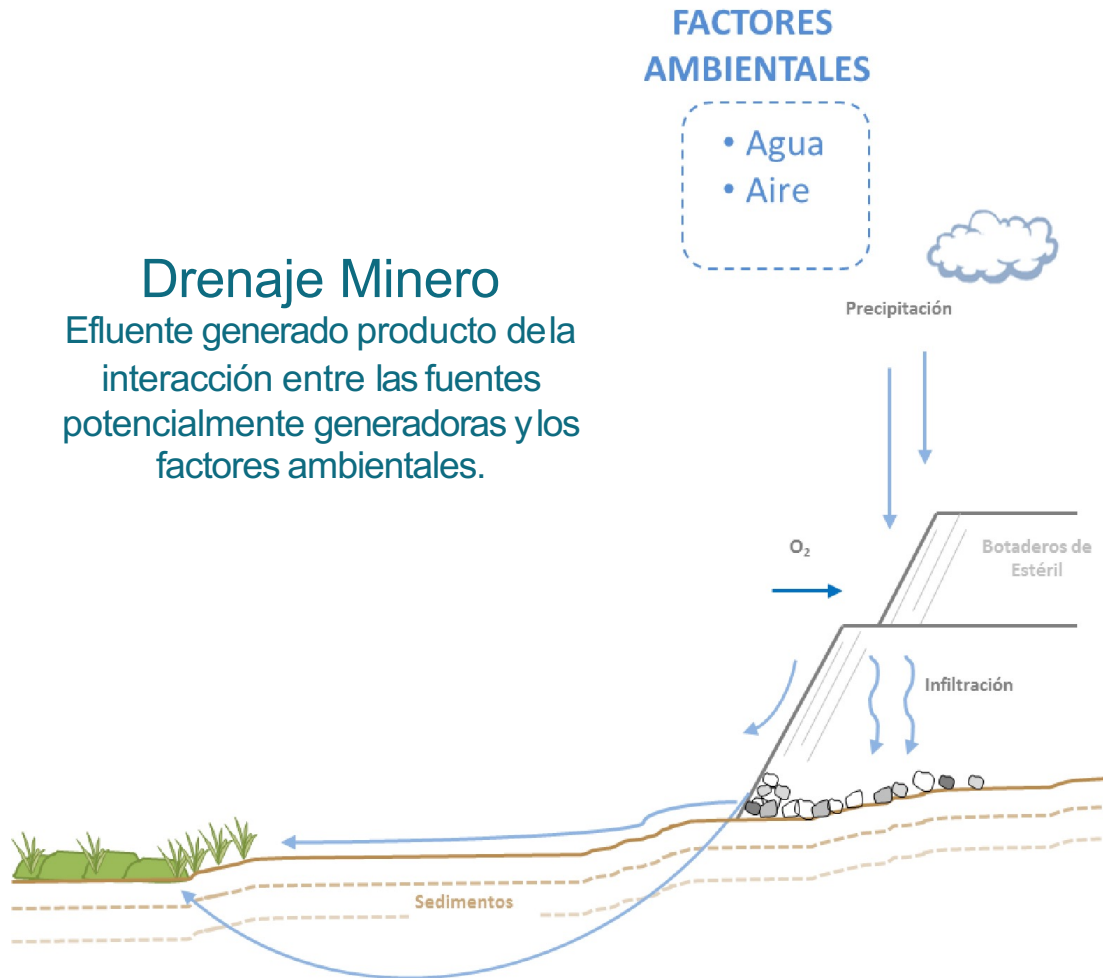
LEY 20.551 (Título I, Artículo 3)

Seguridad de las Personas

Drenaje Minero

Drenaje Minero

Efluente generado producto de la interacción entre las fuentes potencialmente generadoras y los factores ambientales.



Fuentes:

- Botaderos
- Depósitos de relaves
- Depósitos de lixiviación
- Mina a rajo abierto
- Mina subterránea

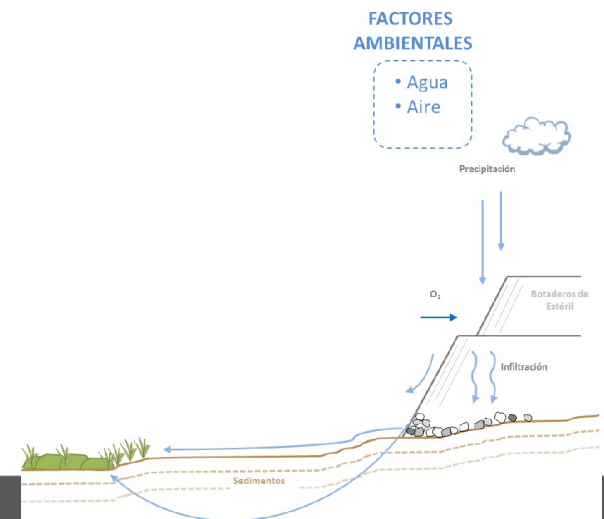
Tipos de Drenajes:

- Drenaje minero ácido
 - Drenaje neutro
 - Drenaje minero alcalino
- Drenaje minero salino

El Proceso Generador de DM



Oxidación química y/o biológica del material
Lixiviación de elementos asociados
(metales, metaloides, aniones)



**GESTIÓN INTEGRAL DEL
DRENAJE MINERO**



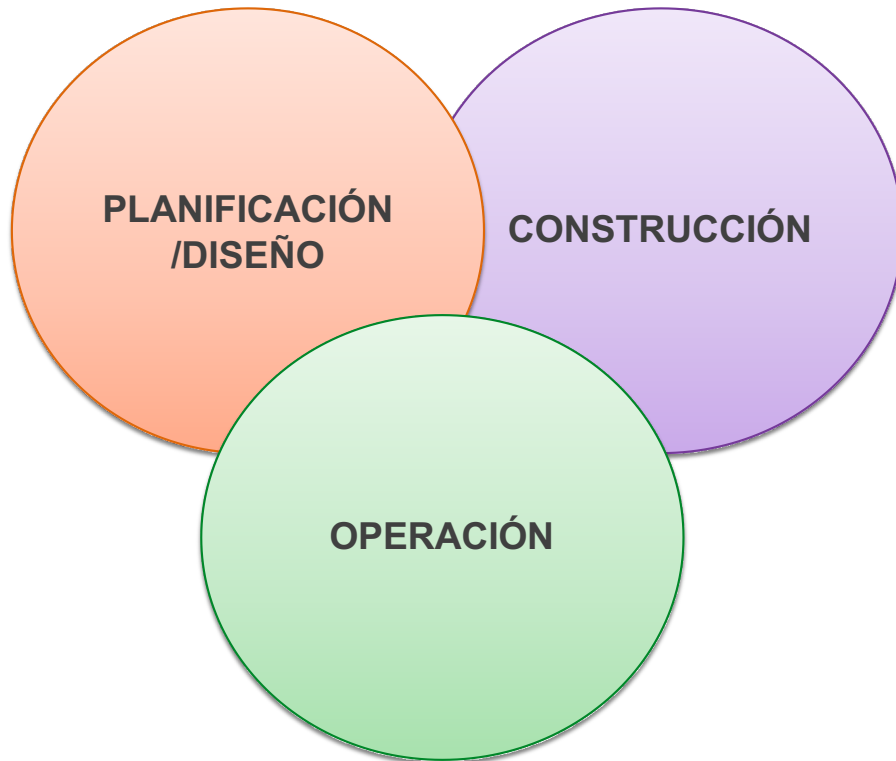
**Estabilidad química de
instalaciones remanentes en
el cierre**



**Gestión integral a lo largo
de todo el ciclo de vida de
la instalación minera**



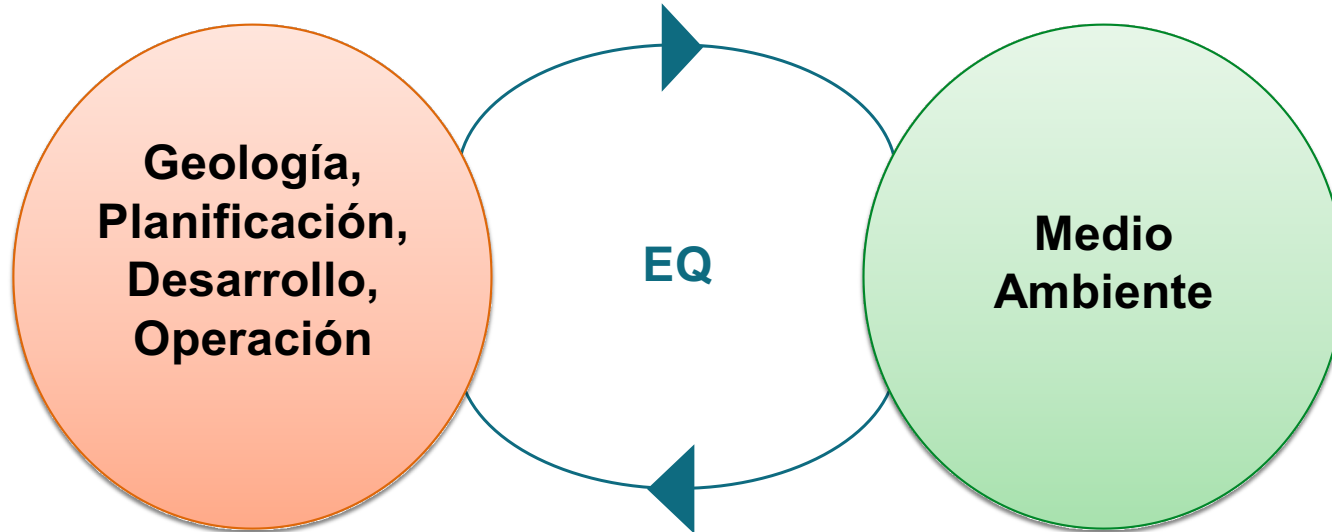
Enfoque preventivo (proactivo)



- Caracterización continua de los materiales
- Programa de predicción
- Monitoreo (preventivo, de alerta temprana)
- Validar y calibrar modelos
- Implementar medidas de prevención
- Evaluar el riesgo asociado a la generación de DM
- Verificar efectividad de las medidas de cierre

Beneficios Compartidos

Diseño y Gestión PREVENTIVA
de Fuentes Potencialmente
Generadoras

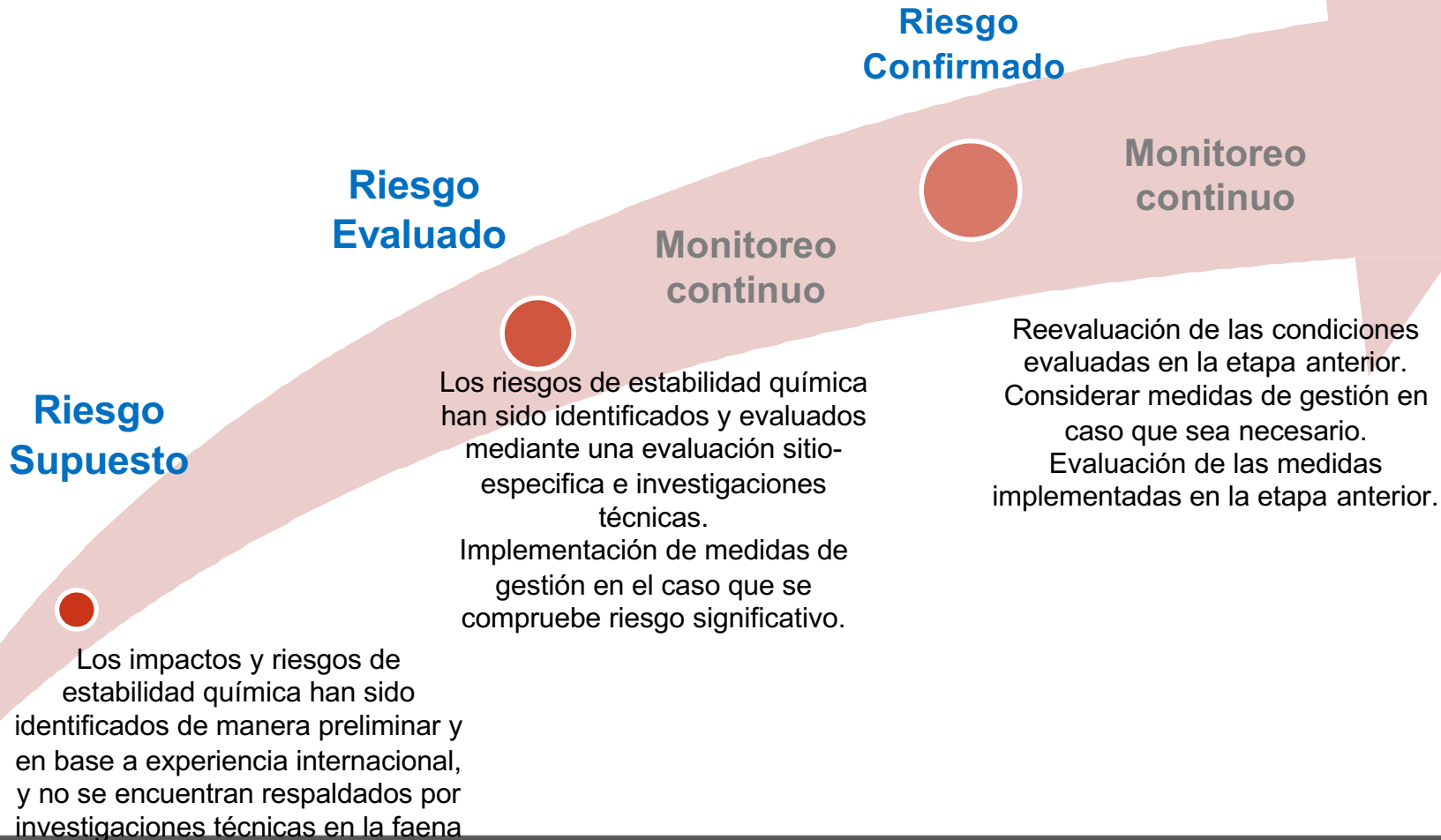


↓ **Impactos Ambientales**

↓ **Garantía Financiera Cierre**

Estrategia de Evaluación de Riesgos

Proceso Continuo



3. Ejemplos de Buenas Prácticas

Minera Alumbra, Argentina.

Caracterización Geoquímica de Materiales

- Clima Semiárido cálido
- Pórfido metálico de Au, Cuy Mo

Descripción/Caracterización: del lugar, de las fuentes potencialmente generadoras de DM y matrices ambientales (agua superficial y subterránea).

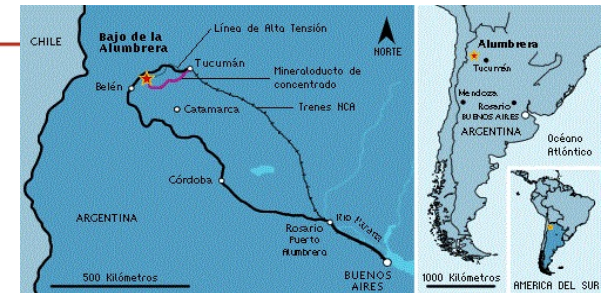
Predicción: caracterización geoquímica de las instalaciones para determinar su potencial de producir (DMA), con el fin de determinar su potencial de neutralización a través del análisis de la información, realización de test geoquímicos de laboratorio y de campo a mediana y gran escala y modelación

Prevención y control:

En operación: gestión del agua de lluvia mediante la construcción de diques, muros y lagunas de evaporación para contener y evaporar el agua, y canales para desviar el flujo, evitando su contacto con las instalaciones potencialmente generadoras de drenaje.

Para el cierre: cubiertas de suelo con material aluvial y revegetación a nivel piloto para el cierre del tranque de raves y botadero, con apoyo de la modelación en el largo plazo, así como estudios de factibilidad y diseño para cada alternativa.

Monitoreo y muestreo: desarrollo de planes de muestreo para las pruebas de predicción y monitoreo de las pruebas de campo en corto, mediano y largo plazo.



Fuente: Golder Associates

Rajo Lichtenberg, Alemania.

Clasificación de residuos mineros por sus características geoquímicas

Clima Hemiboreal sin estación seca
Uranio en argilitas y carbonatos



Programa de predicción detallado ya que se desconocía el potencial de generación de drenaje ácido de la roca estéril de los botaderos.

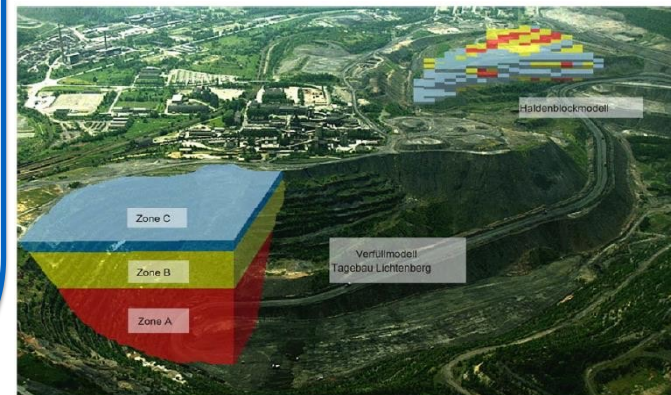
Este programa detallado incluyó 3.300 muestras de roca tomadas en 250 sondeos y 110 calicatas, bajo una malla de muestreo de 25 x 25 m.

En base a los resultados obtenidos en diferentes ensayos de tipo estático, se subdividió el material estéril en 3 categorías (A, B y C) según se observa a continuación:

- * Material categoría A: alto potencial para generar drenaje ácido.
- * Material categoría B: potencial incierto.
- * Material categoría C: potencial neutralizador (alto contenido en caliza).

El relleno terminó en el año 2008, con un movimiento estimado de 125.000.000 m³ de material radioactivo con altos contenidos en metales. Finalmente la remediación culminó con la instalación de dos cubiertas de protección y se reforestó el área, rehabilitando de ese modo el paisaje

Fuente: Wismut GmbH, 2015.



Antamina, Perú

- Complejo minero polimetálico, produce desde 2001 concentrados de cobre, zinc, molibdeno, y -como subproductos- concentrados de plata y plomo.
- Programa de Predicción (programa de pruebas estáticas, cinéticas, barriles y pilas experimentales, perforación en botaderos)
- Clasificación y manejo de material estéril en botaderos
 - Pruebas de revegetación, wetland
- Trabajo en conjunto entre geología y medio ambiente



Minas de Carbón, Alemania.

Rajo Inundado

Clima Hemiboreal sin estación seca

Carbón (lignito) en sedimentos terciarios y cuaternarios



Tras el cese de la actividad, los rajas fueron inundados por el ascenso del nivel freático de las aguas subterránea, y producto del contacto del agua con el material de los suelos terciarios y cuaternarios anteriormente expuestos a la atmósfera, se alcanzaron valores de **pH entre un rango de 2 y 3 en el agua acumulada**, además de hierro en concentraciones superiores a 400 mg/L, entre otros metales. Asimismo, las infiltraciones hicieron que se afectara la calidad de los acuíferos y ríos de los alrededores.

La estrategia de rehabilitación incluye métodos de **tratamiento *in situ*** para elevar el pH del agua de los lagos, mediante neutralización directa a través de la adición de sustancias alcalinas, principalmente lechadas de cal, y adicionalmente inyección de CO₂ como buffer para mejorar el balance de carbonato y aumentar de ese modo la alcalinidad. Asimismo, se realizaron descargas de agua superficiales directamente en los lagos.

Fuente: LMBV, 2014



Rio Tinto Iron Ore, Pilbara, Western Australia

- Metodología para incluir el riesgo de DM en el modelo de bloques
- Potencial de DM en base a caracterización mediante test de laboratorios y test in situ
- Evaluación y priorización del riesgo , identificación de medidas para minimizar el riesgo
- Riesgo incluye la evaluación de generación de DM y liberación de contaminantes a agua superficial y subterránea
- Cuantificación de niveles background



**Minera Orcopampa,
Perú *Fangos
artificiales, wetland***

**Clima de puna
Rocas volcánicas del Terciario con
mineralización de Cu, Zn**

- El tratamiento pasivo consistente en la construcción y adecuación de los depósitos que se ocupan con los llamados fangos artificiales.
- Los componentes presentes en el DAM tales como pH, FE, Cu, Pb y Zn fueron reducidos considerablemente y el efluente final fue utilizado para propósitos agrícolas (Beltran).
- Control analítico en laboratorio y en terreno, mediante la ejecución de pruebas estáticas y caracterización Físico-Química de efluentes, en las estaciones de muestreo

Fuente: Antamina, 2015



Kelian Gold Mine, Indonesia

- Estrategia de manejo proactivo para evitar la implementación de tratamientos activos de DM
- Material estéril clasificado en función de la cantidad de sulfuros y elementos de interés ambiental
- Wetland recibe drenajes desde el rajo y botaderos (principalmente tratamiento de Mn)
- Monitoreo post cierre (10 años) demostró el cumplimiento de estándares ambientales de descarga



NUESTRAS OFICINAS

CHILE: Montt y Cía. S.A.

SANTIAGO. Avda Los Conquistadores 1700 pisos 11 & 26, Providencia, Santiago.

Tel:56-2-22338266. monttcia@monttcia.cl

ARGENTINA: Montt Argentina S.A.

BUENOS AIRES. 830 Paraná St, 2nd & 3rd Floors, Apt. 1017, Capital Federal. Tel: 54-11-48168806. monttargentina@monttargentina.com.ar

BRASIL: Montt Brasil Ltda.

SAO PABLO. Alameda Campinas 463, Conjunto 01 C, Edificio Columbus JD Paulista, Sao Paulo. Tel: 55-11-31429830 monttsaopaulo@monttcia.cl

PERÚ: Montt & Associates S.A.

LIMA. Av. Dionisio Derteano N° 184, Interior 603, Piso 6, San Isidro, Lima, Lima. Tel: (+511) 4228989 montt@monttperu.com.pe

COLOMBIA: Montt Colombia S.A.S.

BOGOTÁ. Carrera 10 No. 96-25 Suites 611, 612, 515 & 516. Chicó Reservado. Bogota D.C. Colombia. Tel: 57-1-7022256 monttcolombia@monttcolombia.com.co

NUESTRAS OFICINAS

MÉXICO: Montt México

CIUDAD DE MÉXICO. Avenida Insurgentes Sur N° 1863, Oficina N° 304, Colonia Guadalupe Inn, Alcaldía Alvaro Obregón, C.P.01020, Tel: (52 55)5206 7527 – (52 55)5661 9122 – (52 55)5661 9124 Email: ivan.alamilla@monttgroup.com omar.nava@monttgroup.com

BOLIVIA: Montt Abogados y Consultores S.A.

LA PAZ. Obrajes, 315 12 St, Ignacio de Loyola Building, 1st Floor, Suite 116. La Paz – Bolivia
Tel (591-2)2140971 / (591-3) 3871542 Email: monttcia@monttcia.com.bo **SANTA CRUZ**

ECUADOR: Montt Ecuador

QUITO. Av. 12 de octubre N24-739 y Av. Colón – Edificio Boreal, piso 13, oficina 1306
Código Postal 170143. Tel (593) 5127295 erika.beltran@monttgroup.com

PARAGUAY:

ASUNCIÓN. Roque Centurión Miranda 1625 c/ Avde. San Martín Edificio Studio Park, Oficina 408, Asunción – Paraguay. Tel: (595) 21 661504 – (595) 982 100381
Email: fabiola.bordon@monttgroup.com

CANADÁ:

TORONTO. First Canadian Place 100 King St. West, 56th Floor, ON, M5X 1C9 Canada. Tel. +1 416 4795448/ +1 416 7371621. Email: carolina.soto@monttgroup.com

URUGUAY:

MONTEVIDEO. Colonia 1290, Piso 9, Of. 913. Tel: +5982 99696265 Email: perla.julian@monttgroup.com

GRACIAS

MONTT GROUP

Rafael Castro Meza

rafael.castro@monttgroup.com

monttcia@monttcia.cl

Nuestras oficinas:



ARGENTINA



BOLIVIA



BRASIL



CANADÁ



CHILE



COLOMBIA



ECUADOR



MÉXICO



PARAGUAY



PERÚ



URUGUAY