UTEM
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA

CONICYT Ministerio de Educación
Gobierno de Chile
FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE A.G.

Fundación Tecnológica
SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA

SERNAGEOMIN
Ministerio de Minería
Gobierno de Chile

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA · CHILE ·
SONAMI

AGENDA DE LA PRESENTACIÓN

1. **PROCESO DEL COBRE**
2. **IMPACTOS DE LA MINERÍA EN EL MEDIO AMBIENTE**
3. **PRESIONES SOBRE LAS OPERACIONES MINERAS**
4. **SUSTENTABILIDAD DE LAS OPERACIONES MINERAS**
5. **RIESGOS POR NO OPERAR CON SUSTENTABILIDAD**
6. **JERARQUÍA DE GESTIÓN DE RESIDUOS**
7. **MINERÍA SECUNDARIA**
8. **CASO PRÁCTICO:**
   - **PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS (Minera Valle Central)**
     I. ANTECEDENTES DEL TRANQUE
     II. FASE PRE INVERSIONAL
     III. FASE INVERSIONAL

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

1. PROCESO DEL COBRE

La Minera es una actividad intensiva en término de los requerimientos de explotación, movimiento de roca y generación de Residuos Mineros Masivos, lo que representa una transformación de los ecosistemas y demanda de recursos (agua, energía, combustibles y parques de vehículos).

ENTRADAS

- Recursos energéticos
- Recursos hídricos
- Insumos

PROCESO

- Óxidos de cobre
- Sulfuros de cobre

SALIDAS

- Cobre
- Estériles y ripios - Relaves y escorias
- Emisiones – riles – rises

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

2. IMPACTOS DE LA MINERÍA EN EL MEDIO AMBIENTE

- **Residuos Sólidos**:
  - Masivos (Estériles - Relaves – Ripios – Escorias)
  - Industriales (RISES – RESPEL)
  - Asimilables a domésticos
- Emisiones
- Residuos Líquidos:
  - Drenajes ácidos
  - Aguas contactadas
  - Industriales (RILES)
- Intervención de grandes extensiones de terreno
- Consumo del agua, energía y, combustibles
- Aumento de los flujos en el transporte.

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

3. PRESIONES SOBRE LAS OPERACIONES MINERAS

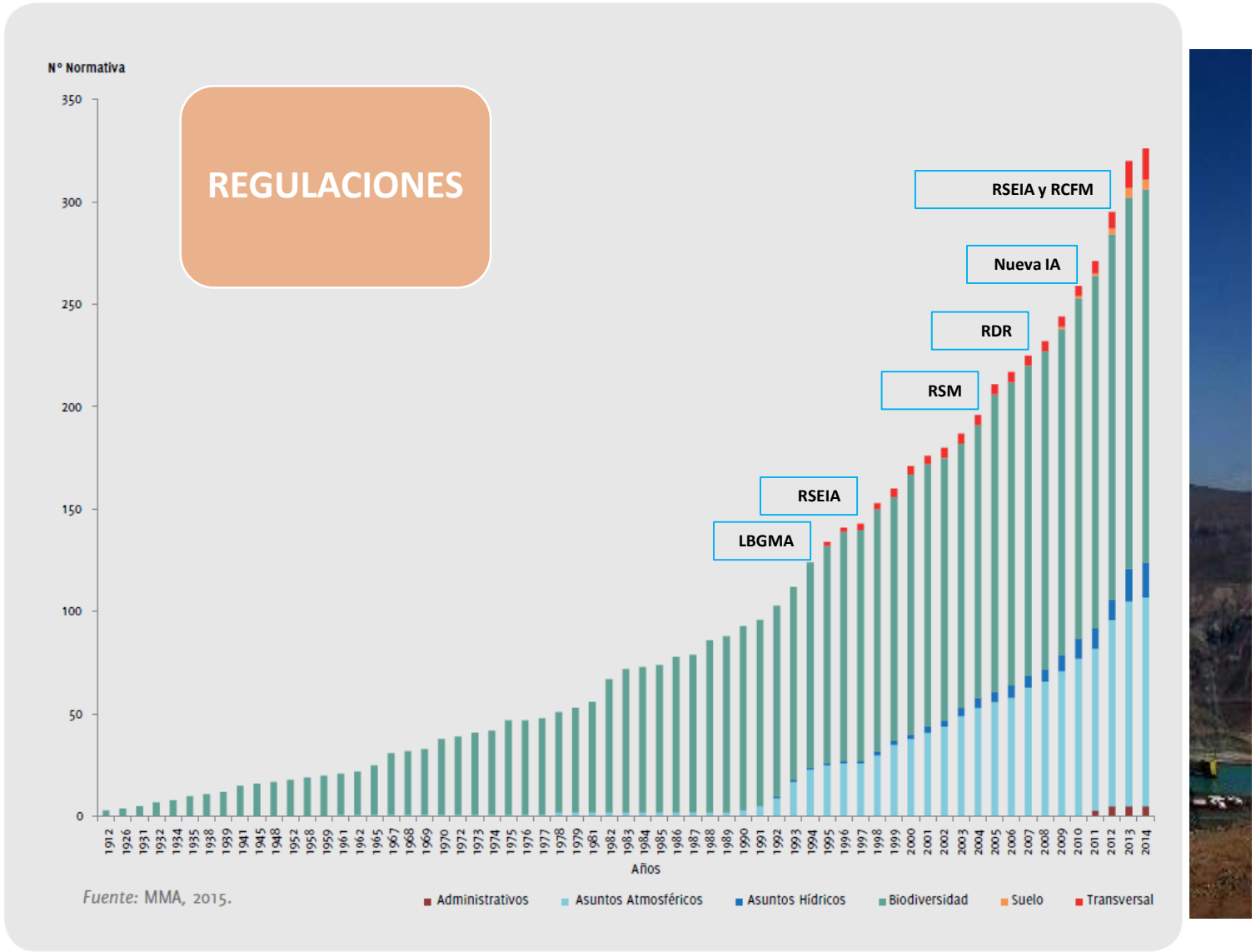
Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

3. PRESIONES SOBRE LAS OPERACIONES MINERAS



Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

4. SUSTENTABILIDAD DE LAS OPERACIONES MINERAS

Desarrollo del negocio en armonía con el medio ambiente y el respeto por la comunidad, utilizando eficientemente los recursos y el uso del territorio, controlando sus riesgos operacionales y fomentando la seguridad y salud ocupacional.

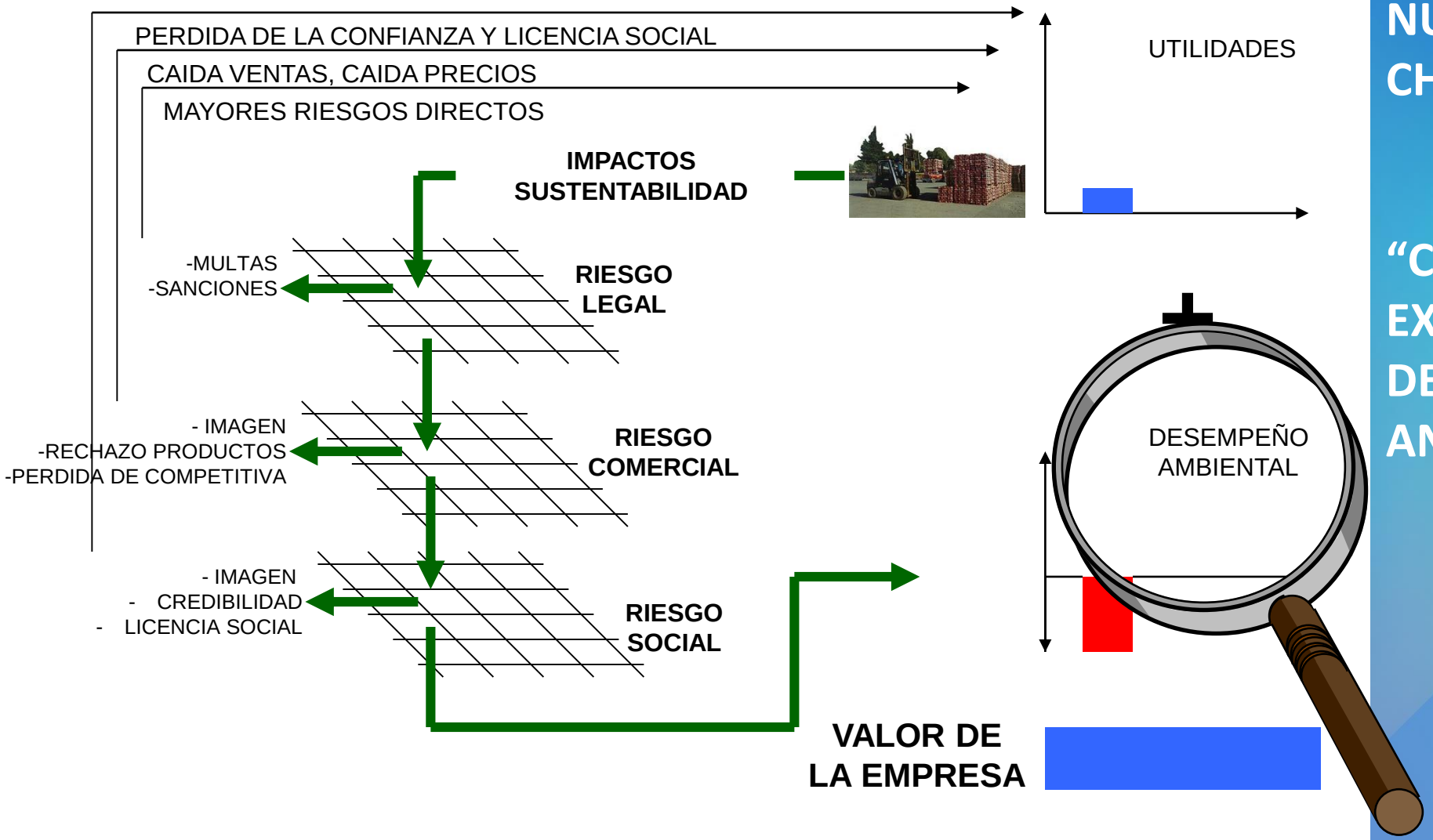
Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

5. RIESGOS POR NO OPERAR CON SUSTENTABILIDAD



Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

6. JERARQUÍA DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Art 23 DS 148/2003:
"Los siguientes residuos mineros masivos que provengan de operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales no serán considerados peligrosos:
a) estériles,
b) minerales de baja ley,
c) residuos de minerales tratados por lixiviación,
d) relaves, y
e) escorias.

EVITAR
- Producción Limpia
- Acciones de Gestión
- Mejoras Productivas

MINIMIZAR
- Reducir
- Reutilizar
- Reciclar

TRATAMIENTO DE RESIDUOS
- Procesos Primarios
- Procesos Secundarios
- Procesos Terciarios

DISPOSICIÓN FINAL
- Relleno de seguridad
- Relleno para residuos inertes
- Monorelleno para residuos específicos

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

7. MINERÍA SECUNDARIA
REPROCESAMIENTO DE RELAVES

MINERÍA SECUNDARIA:

Identificar elementos de valor en residuos mineros (relaves – escorias de fundición – marinas mineralizadas - subproductos) y evaluar su recuperación como productos comerciales.

- **Ventajas del reprocesamiento de relaves**:
  - ✓ Se puede recuperar elementos de valor
  - ✓ Puede incrementar la competitividad del sector minero (especialmente mediana y pequeña minería)
  - ✓ Fácil de procesar: Granulometría fina del material en relaves
  - ✓ Fácil acceso al material: Los relaves están en la superficie
  - ✓ Tecnologías de procesamiento conocidas y eficientes

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

8. PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS TRANQUE CAUQUENES

- El Tranque Cauquenes operó entre los años 1936 y 1977
- Se depositaron 364 millones de toneladas de relaves con una ley media de cobre de 0,31%.
- Cubre una superficie de 640 hectáreas y alcanza una profundidad máxima de 55 metros.

Recursos y Reservas "Tranque Cauquenes"

	Recursos (Mt)	Ley CuT (%)	Ley CuS (%)	Ley MoT (%)
Recursos depositados	364	0,309		
Recursos medidos	360	0,265	0,099	0,021
Reservas del proyecto	294	0,266	0,105	0,020

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

8. PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS
ESTUDIOS PRE - INVERSIONALES

INGENIERÍA DE PERFIL

DEFINICIÓN DE OPCIÓN ECONÓMICA

- Estudios efectuados de caracterización de relaves
- Análisis legal
- Factibilidad ambiental
- Perfil del proyecto

INGENIERÍA PRE FACTIBILIDAD

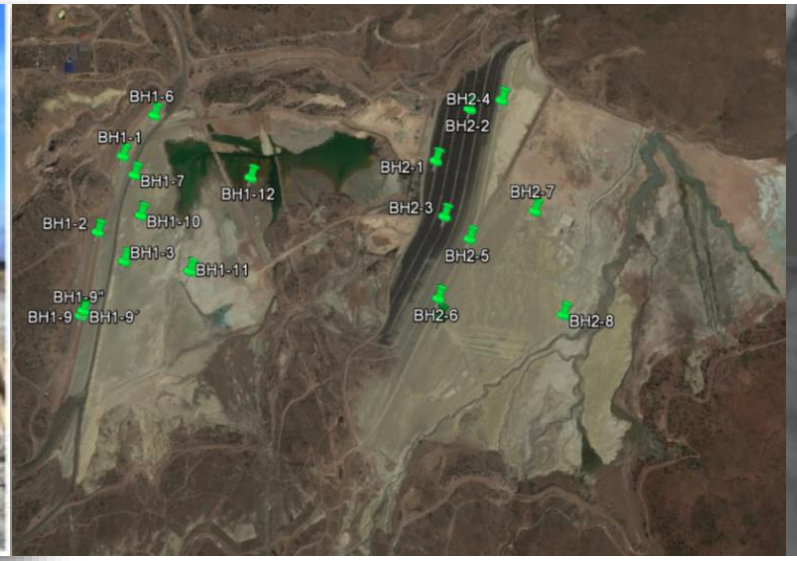
DEFINICIÓN DE ALTERNATIVA GANADORA

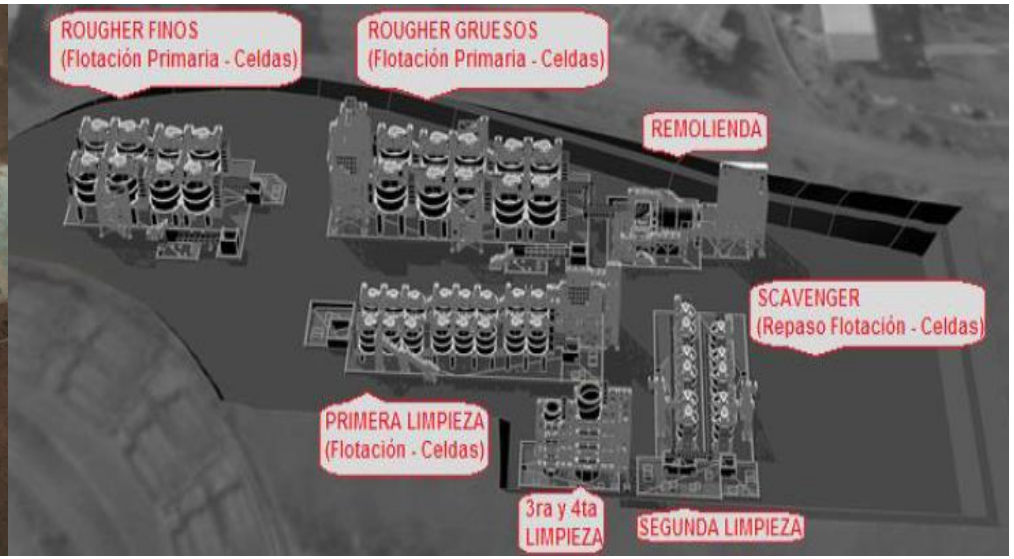
- Caracterización de relaves
- Pruebas de recuperación de elementos de valor
- Evaluación técnica – económica
- Línea de base ambiental

INGENIERÍA DE FACTIBILIDAD

DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA GANADORA

- Plan minero explotación
- Diseño de la planta
- Abastecimiento de agua, energía y suministros
- Evaluación ambiental (SEIA)





8. PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS ESTUDIOS INVERSIONALES Y OPERACIÓN

INGENIERÍA DE DETALLE - CONSTRUCCIÓN

DISEÑO FINAL ALTERNATIVA GANADORA

- Planos y memorias de cálculo
- Tramitación legal de permisos sectoriales
- Planta e infraestructura productiva
- Abastecimiento agua – energía – suministros
- Planificación y administración del proyecto de construcción

OPERACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

PROCESAMIENTO DE RELAVES

- Abastecimiento de insumos y suministros
- Extracción y procesamiento de relaves
- Control de calidad
- Gestión de seguridad y salud ocupacional
- Gestión ambiental (emisiones – riles – rises – residuos mineros masivos)
- Cumplimiento legal
- Manejo productos comerciales

8. PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS ESTUDIO INVERSIONAL

PLAN DE EXTRACCIÓN DE RELAVES (2015 – 2039)

- **FASE I**: Extracción paralela en Embalse Colihues y tranque Cauquenes (85 ktpd).
- **FASE II**: Extracción únicamente desde Tranque Cauquenes (85 ktpd), extrayendo de manera completa las zonas A, B1 y B2.
- Total de material posible de ser extraído: 327 Millones Ton.

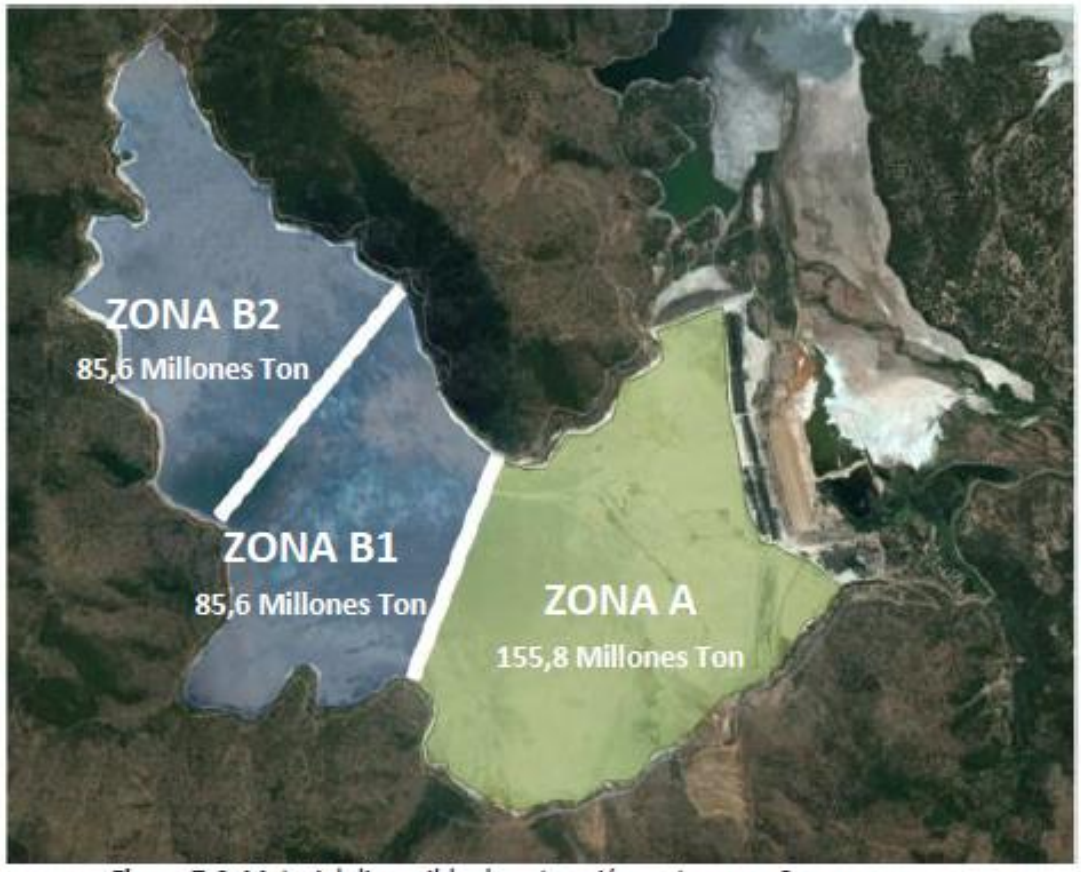


Figura 7-2: Material disponible de extracción en tranque Cauquenes.

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

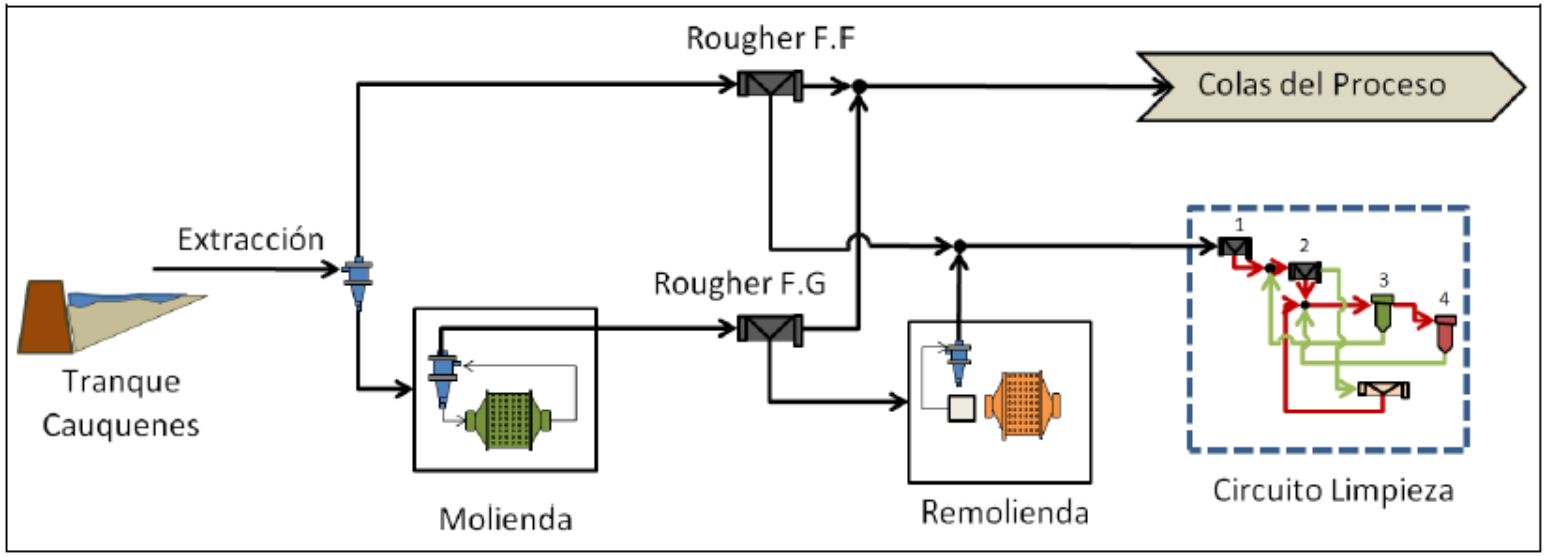
"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

8. PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS ESTUDIO INVERSIONAL

EXTRACCIÓN Y PROCESAMIENTO DE RELAVES (2015 – 2039)

- **Pitoneo Hidráulico**: Relaves extraídos mediante agua a alta presión e impulsados a las instalaciones de la planta de MVC.
- **Clasificación**: En fracciones gruesas y finas, mediante circuitos independientes.
- **Flotación independiente**: Rougher y de limpieza.
- **Flotación selectiva**: Los concentrados colectivos se juntarán en la flotación selectiva (recuperación de Cu y Mo)
- **Descartes**: Integrados a las colas de proceso general y dispuestos en mismo tranque u otro sitio autorizado.



Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

8. PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS OPERACIÓN

PITONEO HIDRÁULICO

PITONEO HIDRÁULICO

MOLIENDA

FLOTACIÓN

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

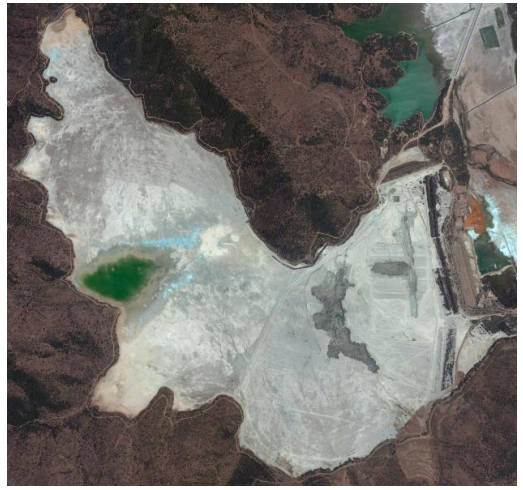
"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

8. PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS EVOLUCIÓN DEL TRANQUE

ENERO 2015

NOVIEMBRE 2015



NOVIEMBRE 2016

NOVIEMBRE 2017

NOVIEMBRE 2018

PROYECTO

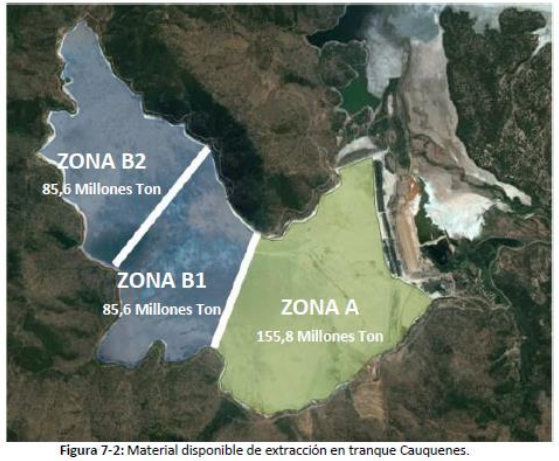


Figura 7-2: Material disponible de extracción en tranque Cauquenes.

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

8. PROCESAMIENTO DE RELAVES ANTIGUOS OPERACIÓN

Tema

“LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: OS DESAFÍOS PARA ”

O PRÁCTICO: OTACIÓN DE RELAVES E DEPÓSITOS ANTIGUOS”

ATOR:
uricio Díaz Castillo

UTEM
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA

CONICYT Ministerio de Educación
Gobierno de Chile
FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico

Tema

"LA MINERÍA SECUNDARIA Y LA SUSTENTABILIDAD: NUEVOS DESAFÍOS PARA CHILE"

"CASO PRÁCTICO: EXPLOTACIÓN DE RELAVES DESDE DEPÓSITOS ANTIGUOS"

RELATOR:
Mauricio Díaz Castillo

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE A.G.

Fundación Tecnológica
SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA

SERNAGEOMIN
Ministerio de Minería
Gobierno de Chile

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA · CHILE ·
SONAMI