

Centro Avanzado de Tecnología para la Minería

Javier Ruiz del Solar
Director Ejecutivo

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS UNIVERSIDAD DE CHILE
TECNOLOGÍA PARA LA MINERÍA HECHA EN CHILE

Misión

Generar investigación multidisciplinaria de clase mundial, **transferir nuevas tecnologías a la industria** y formar capital humano avanzado, para enfrentar los desafíos de la minería, contribuyendo al bienestar de Chile y el mundo.

2009 **2011** **2015** **2017**

El AMTC fue creado en Marzo de **2009** como parte del Programa de CONICYT para Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia

CONICYT
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

Exploration & Ore Deposit Modeling

Design & Mine Planning

Mineral Processing & Extractive Metallurgy

Automation in Mining

Water & Environmental Sustainability

78 INVESTIGADORES
40 DOCTORADO
56 MAGÍSTER

icfm Instituto de Investigación en Minería y Metalurgia **amtc**

Tipo Financiamiento	Empresas Mineras	Empresas Proveedoras	Otros
FONDEF	3	7	2
CORFO Innova	3	10	3
COPEC UC	0	1	0
Contratos Tecnológicos	1	3	0
Industria	102	46	25
Total*	109	67	30

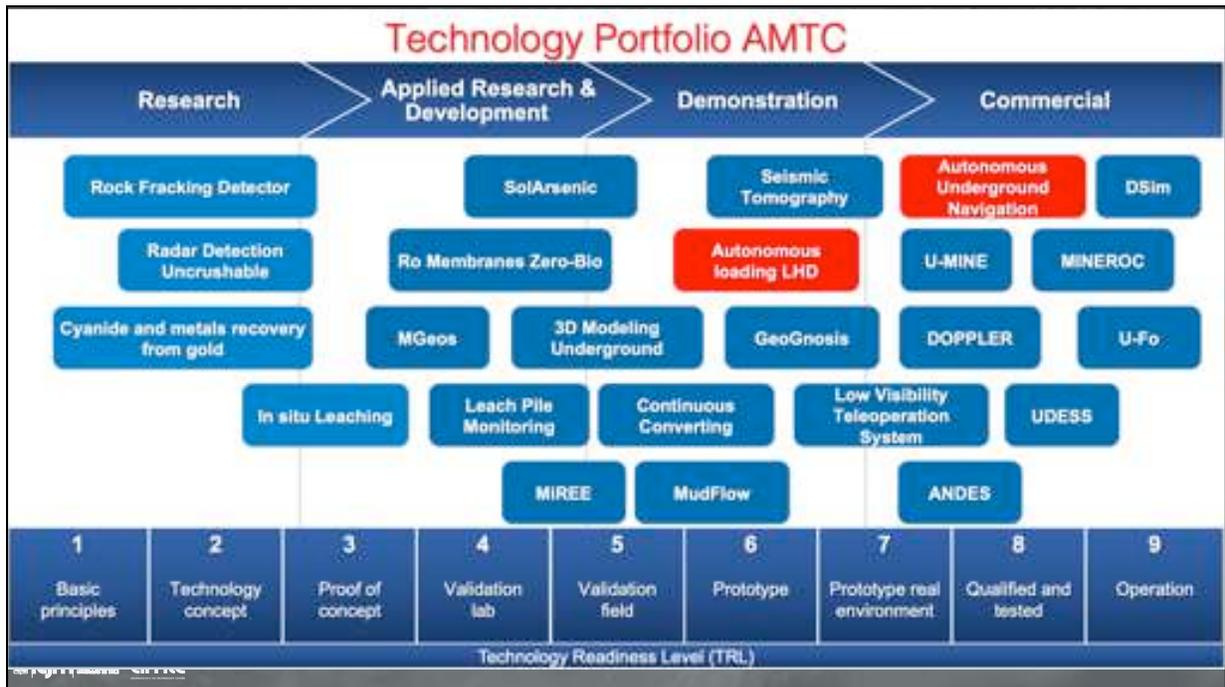
*Ejecutados entre 2009 y 2019

US\$ 8 Millones Presupuesto I+D año 2018
22 proyectos basales de I+D

39% 36% 25%

■ Financiamiento Industria ■ Fondos Concursables ■ Financiamiento Basal

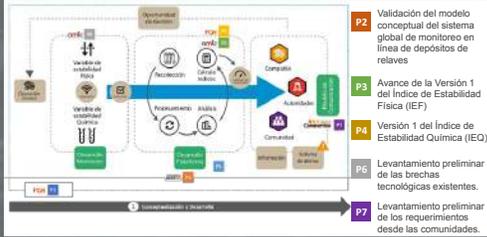
icfm Instituto de Investigación en Minería y Metalurgia **amtc**



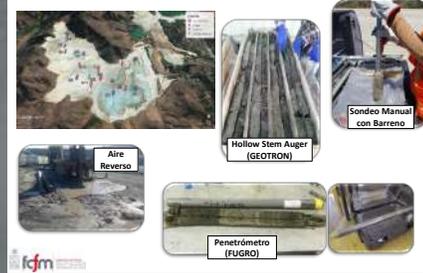
Consorcios Tecnológicos Programas Alta Ley - CORFO



Proyecto Tranque Monitoreo Avanzado para una Minería Responsable



Recuperación de Elementos de Valor con Potencial Económico en Relaves



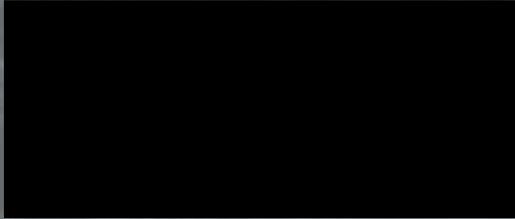
Centro Nacional de Pilotaje y Validación Tecnológica para la Minería



Automatización en Minería



Etapa 0: del laboratorio a la calle



Roadmap de Automatización de LHD





Navegación y Carguío Autónomo de LHD

AUTOMATIZACIÓN



GHH
FAHRZEUGE



Navegación y Carguío Autónomo de LHD

AUTOMATIZACIÓN

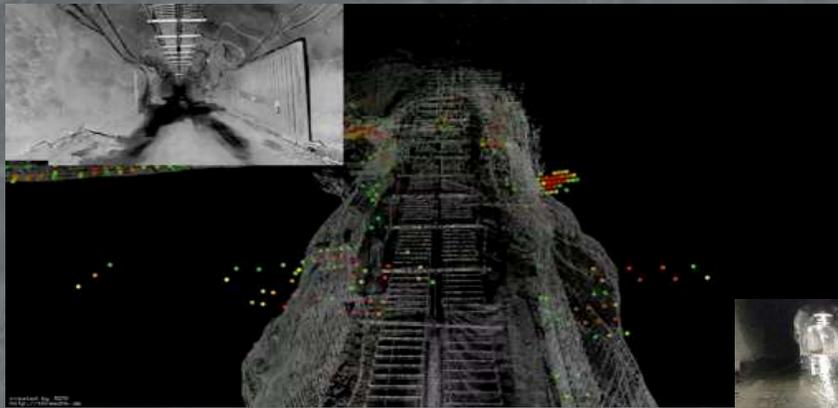
Tecnología Desarrollada

- 1 OEM y 1 empresa proveedora de la minería en proceso de licenciar la tecnología
- Sistema de navegación autónoma **multi-marca** y **multi-equipo**
- Sistema de carguío autónomo-colaborativo **multi-marca**
- Sistema personalizable a las necesidades del cliente:
 - ✓ Mercado: gran minería (*block caving*), mediana minería (*sub-level stopping, room and pillar, etc.*), construcción de túneles
 - ✓ Aplicaciones: tele-operación asistida, navegación autónoma, sistema integrado de navegación-carguío autónomo
 - ✓ Variedad de sensores: LIDAR, RADAR, distintos tipos de cámaras



Levantamiento Topográfico 3D

ROBÓTICA



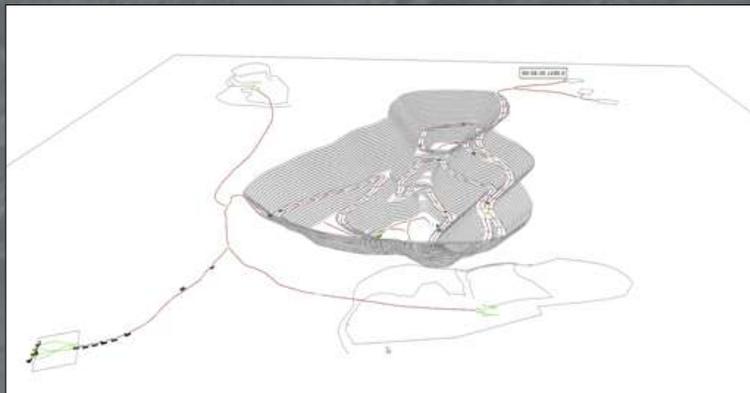
- Alta resolución de datos: Entre 1 punto por mm y 1 punto por cada 8mm.
- Rápida velocidad de adquisición: 4m/min.
(1km en 4 horas, versus 250 metros en 4 horas)



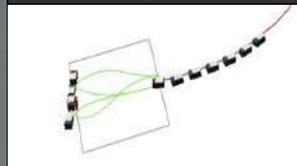
OPERACIÓN

Las discrepancias entre los resultados planificados y reales se deben a que en el proceso de planificación no considera la incertidumbre operacional presente en el sistema de transporte de material.

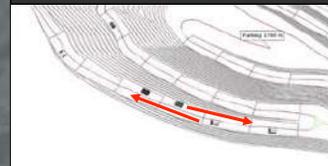
DSIM es una herramienta computacional que utiliza Simulación de Eventos Discretos para modelar las operaciones mineras.



Congestión



Posibles interferencias



Programa I+D 2019-2022

Principios

- Continuar líneas de I+D del período 2015-2019
- Potenciar proyectos exitosos
- Incorporan nuevos proyectos que aborden prioridades nacionales identificadas por programas Alta Ley, Valor Minero, CORFO, SONAMI, otros
 - Litio, Cobalto, Tierras Raras
 - Solar Mining
 - Mediana Minería, Pequeña Minería
 - Minería en Zona Central



AUTOMATIZACIÓN

Autonomous Navigation of Underground Trucks

- Autonomous navigation & traffic control inside the mine
- Virtual train of trucks (truck platooning)
- Autonomous navigation outside the mine



Automation of Drilling & Blasting Operations

- Automation of underground Drill-Rigs (MineMaster*)
- Automation of blasting equipment (Enaex)
- Integrated autonomous drilling & blasting
- Applications: semi-autonomous preparation of drawpoints (BC & stopes), tunnels, hang-up management, etc.





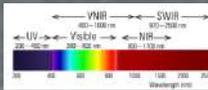
Geometalurgia Hiper-Espectral

Utilizamos la información espectral de rocas y minerales, para caracterizar, modelar y controlar los procesos minero-metalúrgicos

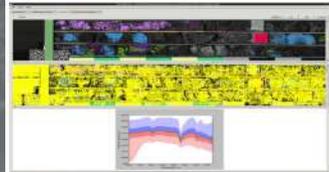


GEO-METALURGIA

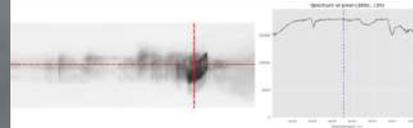
Sensorización



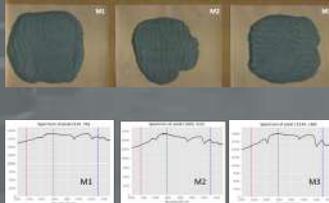
Análisis y Clustering Espectral



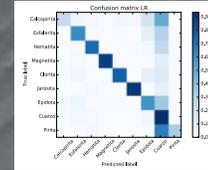
Detección de Objetos



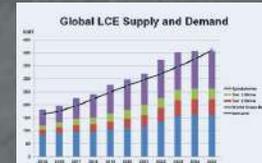
Caracterización Espectral



Clasificación

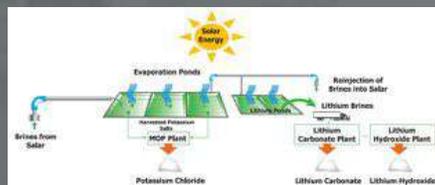


LITIO



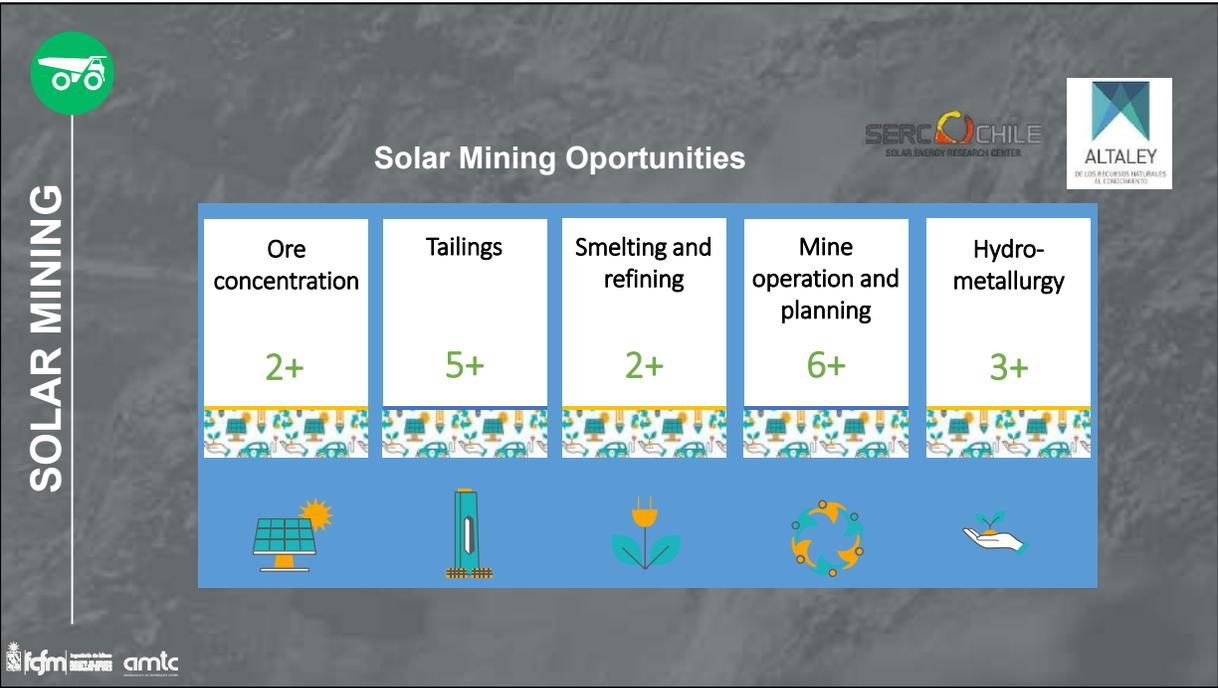
Problemáticas

- Diagnósticos de impacto en salar por futura explotación continua.
- 70-80% de agua extraída en salmueras desde el salar, es evaporada en pozas.
- Uso de operaciones unitarias convencionales, no optimizadas



Objetivos

- Evaluación de impacto en acuíferos de salar de Atacama y sistemas aguas arriba y abajo (humedales, bofedales, entre otros)
- Desarrollo de procesos de concentración de salmueras, sin pérdidas de agua (empleando tecnologías de separación por membranas)
- Desarrollo de procesos optimizados para purificación de Carbonato de Litio (intercambio iónico, electrodiálisis, ósmosis inversa, nanofiltración, pervaporación)



SOLAR MINING

Solar Mining Opportunities

SERC CHILE
SOLAR ENERGY RESEARCH CENTER

ALTALEY
DE LOS RECURSOS NATURALES
DE CHILE

Ore concentration	Tailings	Smelting and refining	Mine operation and planning	Hydro-metallurgy
2+	5+	2+	6+	3+

Logos at the bottom: Iqfm, CODELCO, AMTC

Socios

Compañías Mineras




















Proveedores de Tecnología















Logos at the bottom: Iqfm, CODELCO, AMTC

Socios

Centros Tecnológicos y Universidades

International



National Universities



National R&D Centers



Socios

Instituciones y programas



Socios

Asociaciones



SONAMI



Asociación de Proveedores Industriales de la Minería



Proveedores de Clase Mundial



ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES ANTOFAGASTA



INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DE CHILE



CAMARA CHILENO-ALEMANA

Conclusiones

- Es posible desarrollar tecnologías para la minería en Chile
- Las empresas proveedoras son esenciales en la tarea de transformar prototipos en productos y en proveer servicios tecnológicos
- En Chile existe una necesidad de fortalecer el ecosistema de innovación y de tener mayor colaboración
- La mediana minería puede jugar un rol important en el pilotaje y validación de tecnologías
- El emprendimiento es importante, pero no todos los problemas de la minería se pueden abordar bajo este enfoque ... el modelo de intentar resolver un gran problema de la minería por una empresa innovadora con recursos limitados (200M\$, 2 años), no aplica en todos los casos
- La investigación (de mediano y largo plazo) es importante y tener investigadores calificados también
- Opinión muy personal: El país no espera solamente US\$ de la minería, sino que esta reduzca su impacto ambiental y forlalezca la seguridad de sus operaciones



Centro Avanzado de Tecnología para la Minería



Javier Ruiz del Solar
Director Ejecutivo



TECNOLOGÍA PARA LA MINERÍA HECHA EN CHILE

