

# Equipos Semiautónomos para Soltar Colgaduras en la Mina Subterránea de División Andina



## 6 SAT – CODELCO, Calama – Chile, 2012

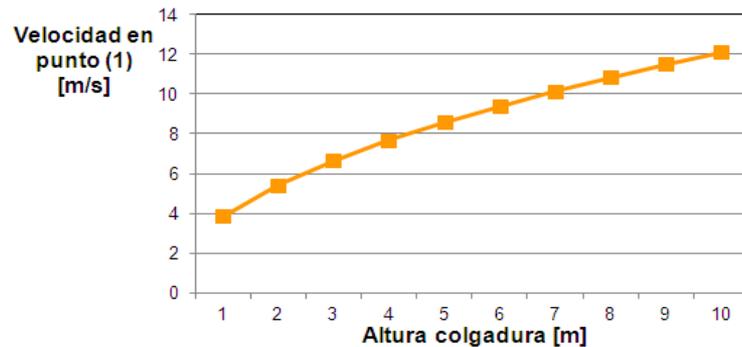
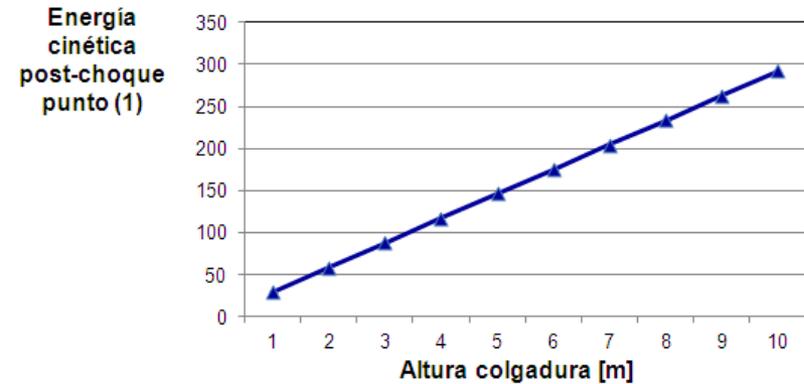
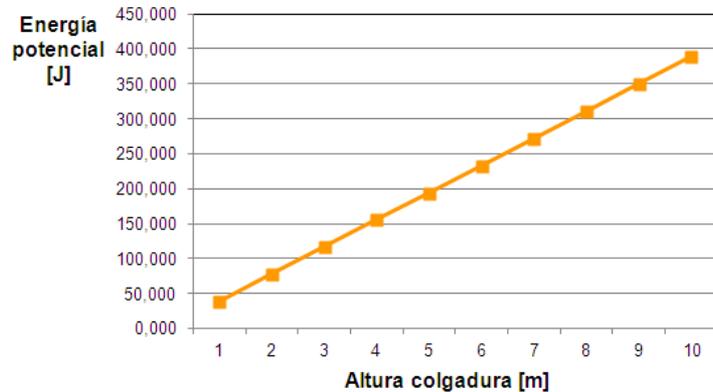
- Proyecto
- Pruebas
- Conclusiones
- Tareas Futuras



# Descripción del problema:

## Riesgo asociado a las colgaduras en puntos de extracción

Alta energía potencial y cinética en puntos colgados, con gran peligro para las personas y equipos.



Respeto a la vida y dignidad de las personas - El primer valor de CODELCO



# Proyecto

- **Objetivo:** Eliminar colgaduras en los brazos de producción **alejando a las personas** de la zona de riesgo.
- **Alcance:** El proyecto consiste en construir un robot telecomandado que permita inspeccionar el brazo de producción (BP) y colocar los explosivos en las rocas colgadas (a mediana y gran altura) para eliminar las colgaduras, sin exponer a los trabajadores.



Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

# Prototipo 1

- Metodología: Prototipación Evolutiva – CODELCO Andina ©
- Equipo multidisciplinario:
  - Empresa Penguin ASI, Canada - CODELCO Andina, Chile
- El "Sistema de Reconocimiento Robótico" o SRR consta de tres componentes:
  - Sistema de Telecomando
  - Robot de Operaciones
  - Robot de Comunicaciones

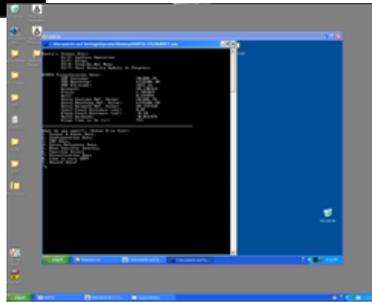


Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

# Centro de operaciones

Centro de Operaciones:

- Dos consolas para teleoperar un robot de operaciones y un robot de telecomunicaciones



Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

# Robot de operaciones

- Este es el robot encargado de escanear y de realizar las tareas para eliminar las colgaduras.



Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

# Robot de comunicaciones

- Encargado de retransmitir las señales entre el robot de operaciones y el tráiler, instalando antenas en forma autónoma si fuera necesario, en caso de no existir comunicación en el lugar analizado.



Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

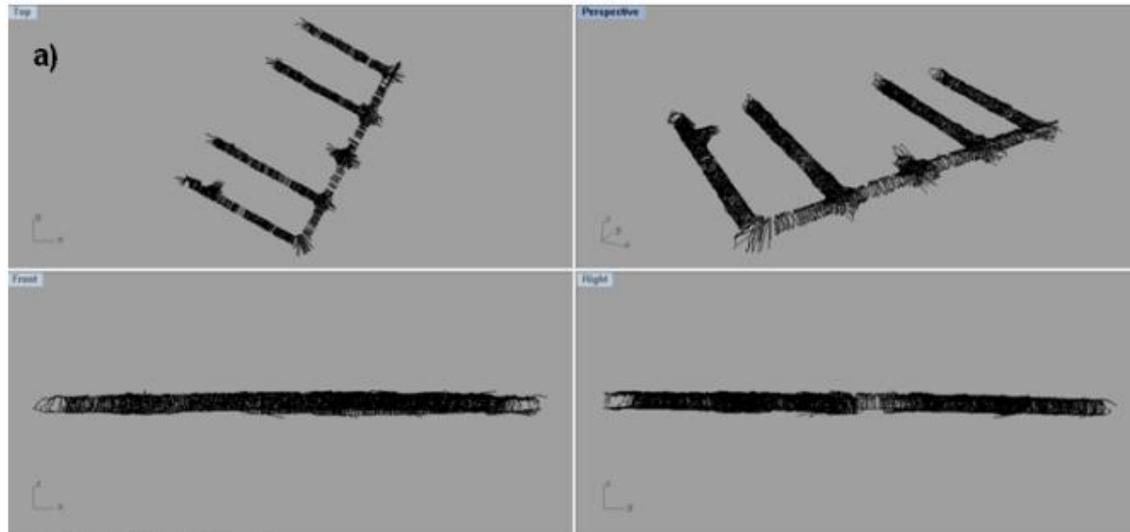
# Pruebas realizadas

- Telecomunicaciones → Comunicación de señales para el sistema hombre, tráiler, robots y antenas.
- Telecomando del robot de operaciones:
  - Brazo intercambiable con muñeca y codo
  - Escáner en el extremo del brazo de inspección
  - Equipo de video en el extremo del brazo de inspección
  - Equipo de fotografía estéreo en el extremo del brazo de inspección
- Sistema de posicionamiento y navegación para minería subterránea
- Sistema de medición láser
- Software de procesamiento de datos
- Centro de operación

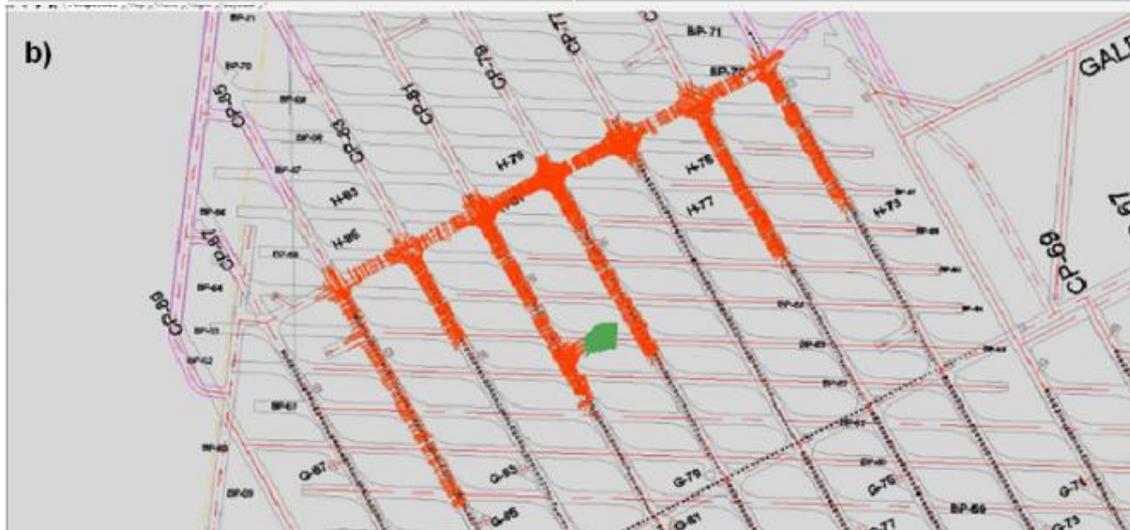


# Resultados

a) Escaneo realizado por el robot para el área de hundimiento



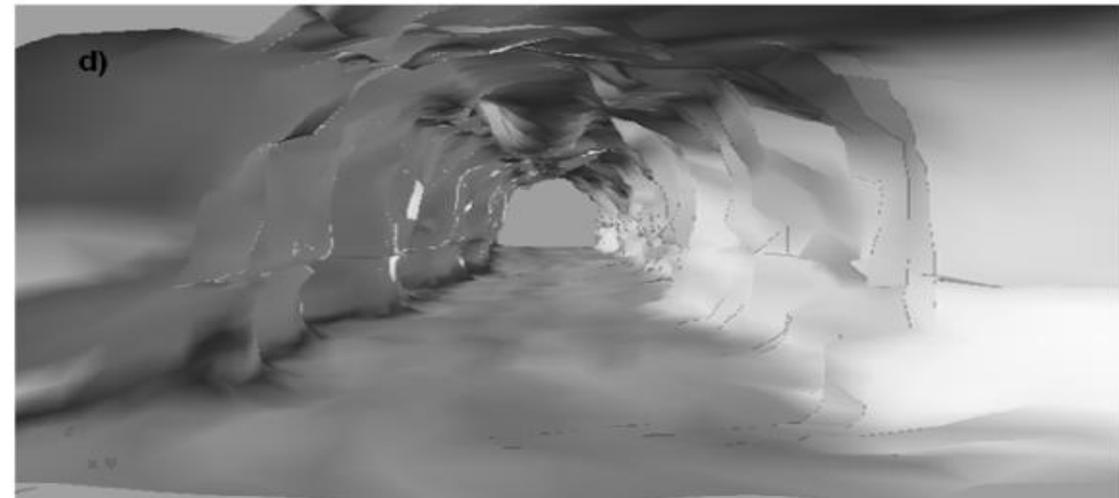
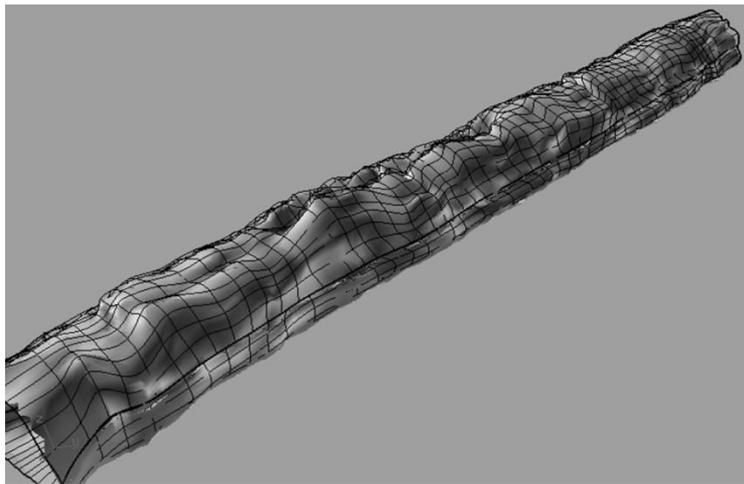
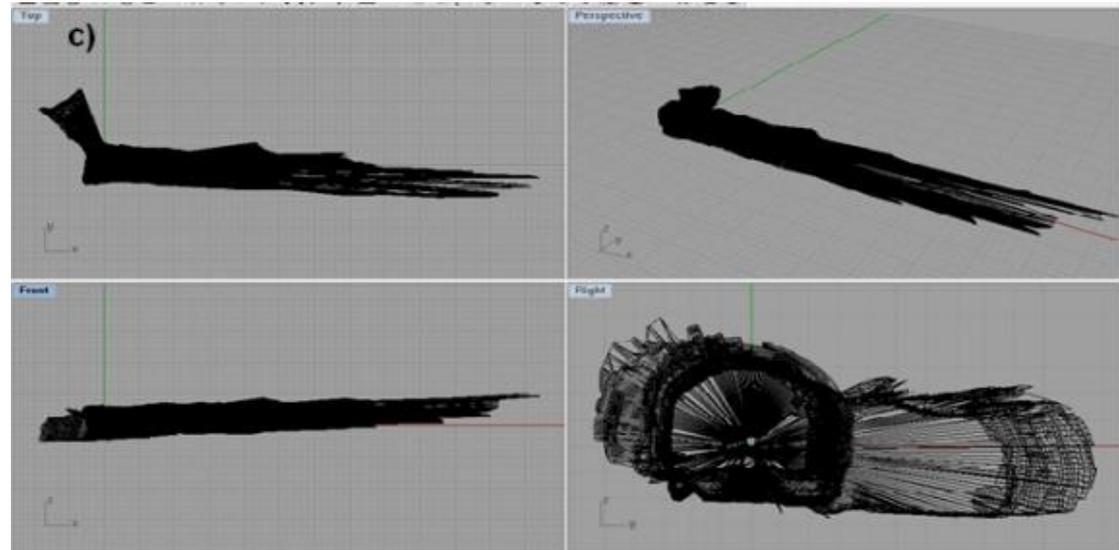
b) Resultado del escaneo superpuesto a los planos originales



# Resultados

c) Topografía de túneles realizada por el robot de operaciones

d) Detalle de la reconstrucción 3D de una galería



Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

# Resultados

- La información entregada por el robot de operaciones permite medir:
  - El grado de paralelismo de las galerías
  - La perpendicularidad de las galerías con respecto al bloque
  - El grado de uniformidad de paredes de galerías
- Correcto funcionamiento del sistema de teleoperación y de posicionamiento y navegación
- Conocimiento para definir las siguientes tareas:
  - Seleccionar la posición exacta para realizar la perforación y/o colocación de cargas explosivas
  - Perforar en dicha posición para mejorar las prácticas de tronadura
  - Cargar perforaciones y/o colocar cargas explosivas suspendidas
  - Inspeccionar el resultado de la tronadura *in situ*



# Conclusiones

- La metodología de prototipación evolutiva es efectiva:
  - En etapas tempranas del proyecto se probó un prototipo funcionando en la Mina Subterránea de División Andina
- Innovación:
  - Sistema de posicionamiento y navegación para minería subterránea
  - Sistema de reconocimiento robótico que permite llegar a cualquier zona de la mina y en el futuro agregar otras funcionalidades críticas
  - Un sistema que permite generar soluciones en distintos ámbitos para otras industrias con necesidades de resguardar la vida e integridad de sus trabajadores
- Beneficios:
  - Alejar a las personas de las zonas y tareas de alto riesgo como son las eliminaciones de colgaduras en puntos de extracción
  - Aumento de la producción de los LHD producto de la mayor eficiencia en la eliminación de las colgaduras
  - Disminución de costos en reducción secundaria, por la mayor precisión del proceso de perforación y tronadura



# Tareas Futuras

- Desarrollar un prototipo 2 que permita:
  - Realizar en forma más eficiente el largar brazos colgados
  - Mejorar las funcionalidades de inspección y movilidad del brazo robótico
  - Instalar sistema para perforación
  - Instalar sistema de colocación de cargas en altura (perforaciones y suspendidas)
- En las nuevas evoluciones del prototipo se incorporarán:
  - Escaneo en socavaciones en hundimiento
  - Inspección de piques de traspaso de mineral y tolvas
  - Inspección de otras actividades críticas, por ejemplo: condiciones geo-mecánicas de las labores, inspección de condición después de una tronadura de hundimiento.



# MUCHAS GRACIAS

Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

