



# Automatización de Operaciones Mineras Subterráneas de Mediana Minería

Christian Riedel



- Empresa
- Motivación
- Proyecto
- Avances



- Formación de la fundición de acero „**Gute Hoffnungshütte**“ en 1782
- Desde 1964 enfoque en diseño y fabricación de equipos **LHDs y Dump Trucks** para la minería subterránea y construcción de túneles
- Fundación de GHH CHILE en 2012, desde entonces se vendió **62 unidades en el mercado chileno**
- 2015 / 2016 GHH invirtió **USD 3,0 millones** en sus instalaciones en Chile (talleres, oficinas y bodegas)





# Nuevas Instalaciones



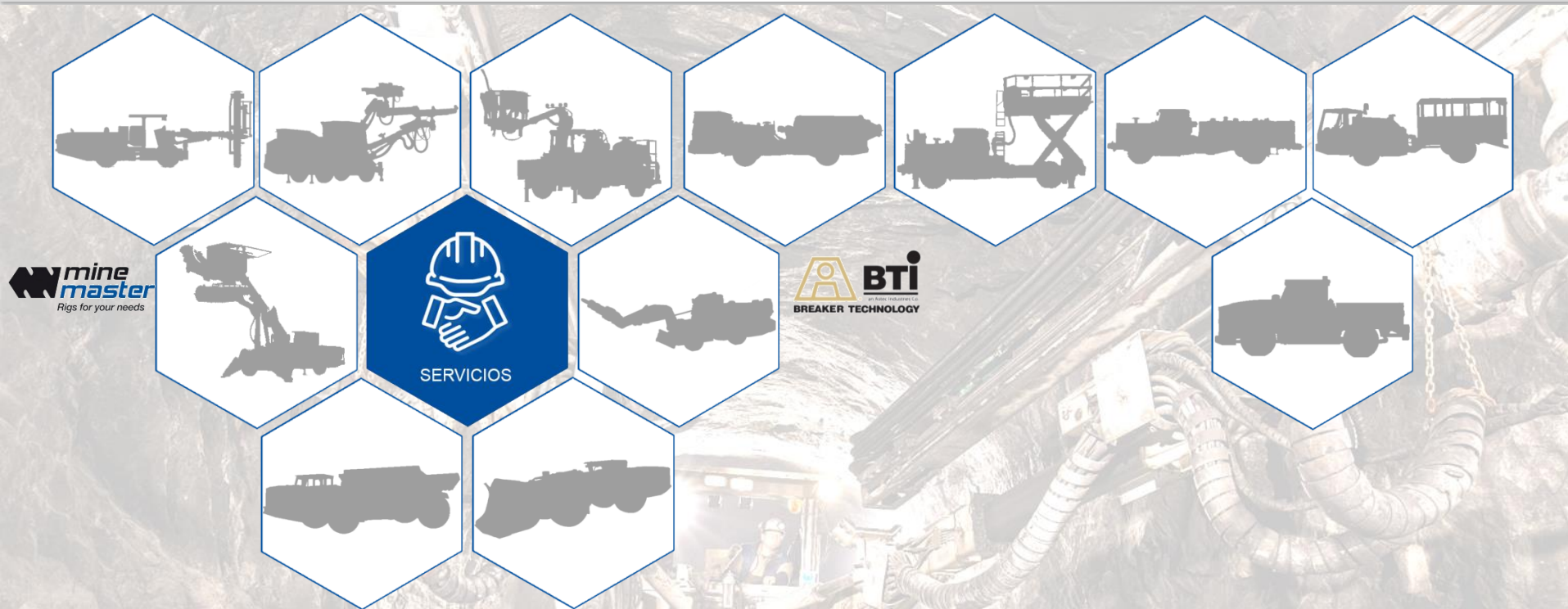
En Febrero 2016, GHH CHILE se traslada a las nuevas instalaciones

La Montaña 57  
Parque Industrial Los Libertadores  
Colina – Santiago



GHH Fahrzeuge

# Nuestra Oferta por la Minería Chilena



**GHH**  
FAHRZEUGE



Calidad



Compromiso



Flexibilidad



Innovación



# Propuesta de Post Venta

Taller de Componentes



Taller de Máquinas



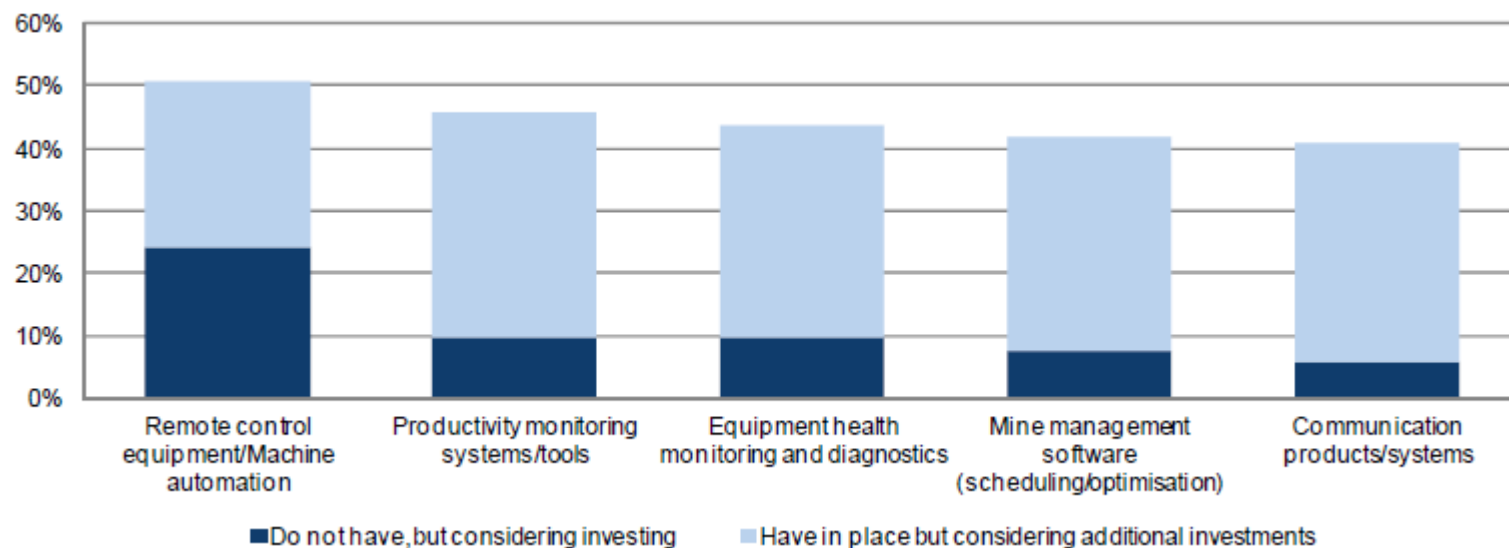
Servicio en Terreno



Productos de Post Venta



Nuestras soluciones para operación







**Seguridad**

**Ergonomia**

**Costo por tonelada**

**Productividad**

**Costo de operación**





Fuente: Sandvik



Fuente: Glencore

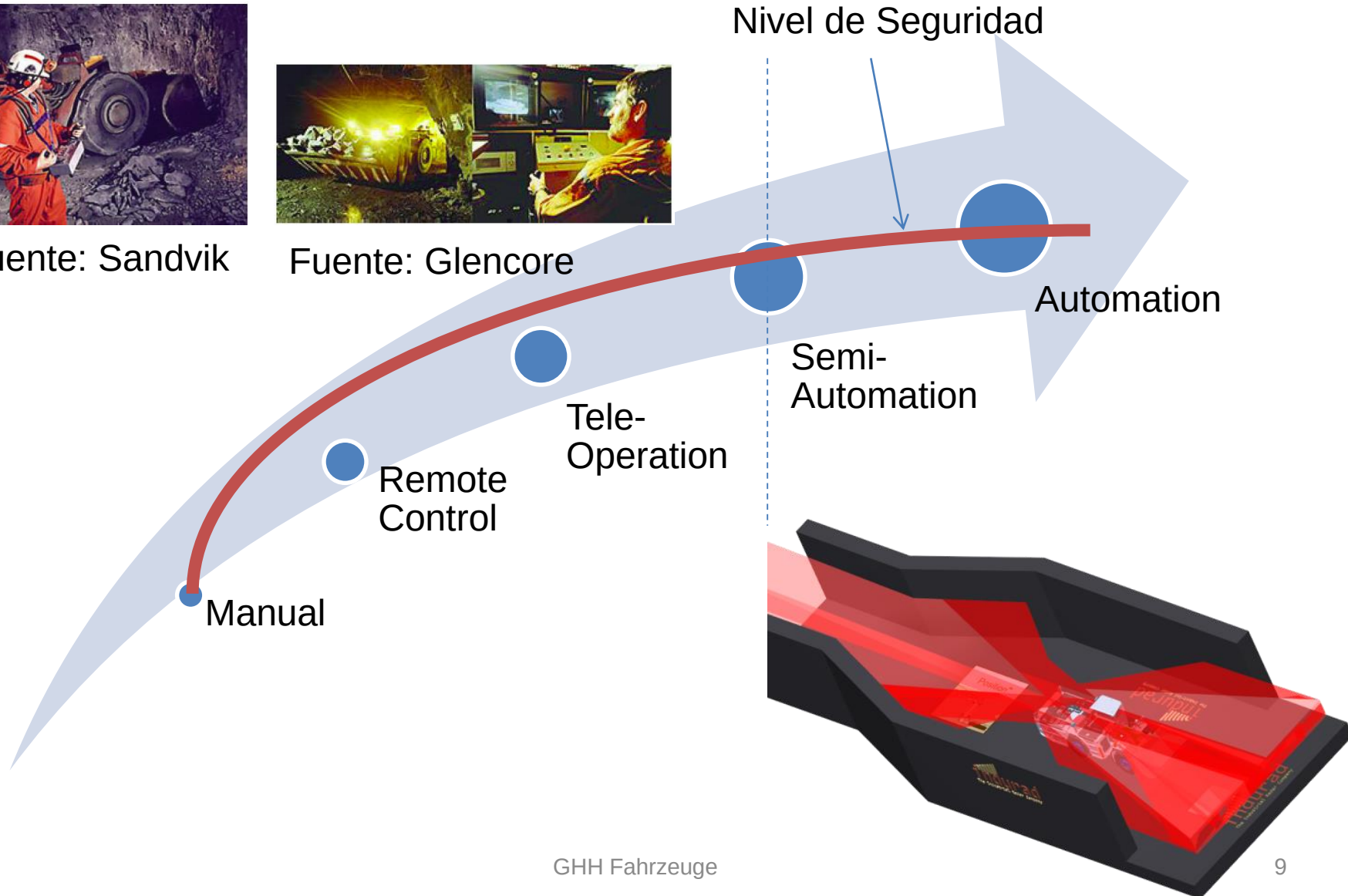




Figure 9 Mines using or that have been using automated LHDs (Gustafson 2011)

→ La automatización casi nunca se implementa ya que los sistemas son demasiado complejos y demasiado caros



## Public Private Partnership (PPP) [develoPPP.de](http://develoPPP.de)



Public

Private



- Bajo Costo
- Baja complejidad
- Fácil de operar
- Fácil mantenimiento y servicio
- Adaptación a los requisitos locales con Ingeniería local, avance local en automatización
- Formación y publicación locales
- Mantenimiento / servicio / apoyo local

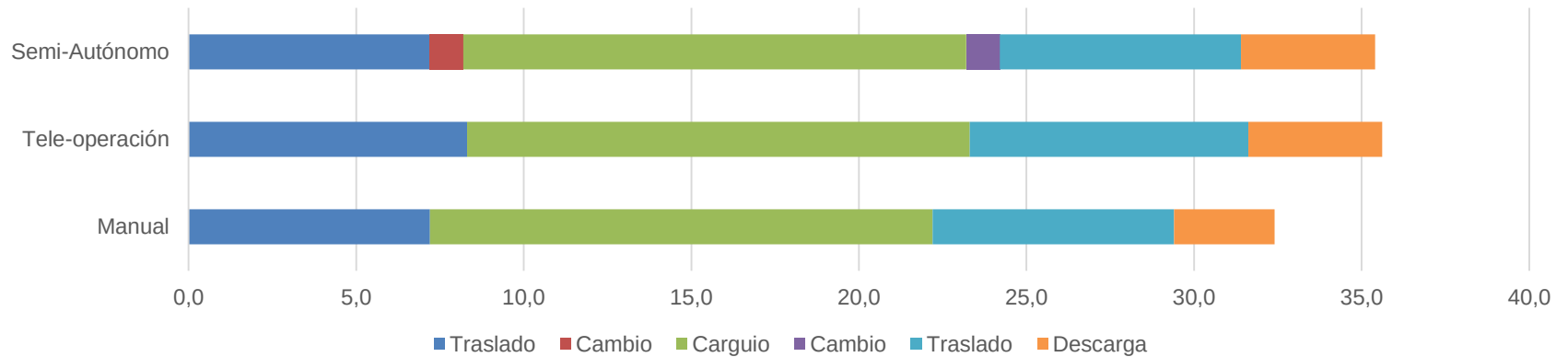
## **Automatización accesible para una minería subterránea más eficiente y segura en Chile**

- Productividad similar a la manual, superior a la RRC
- Menos daño a la máquina
- Seguridad y ergonomía para los operadores

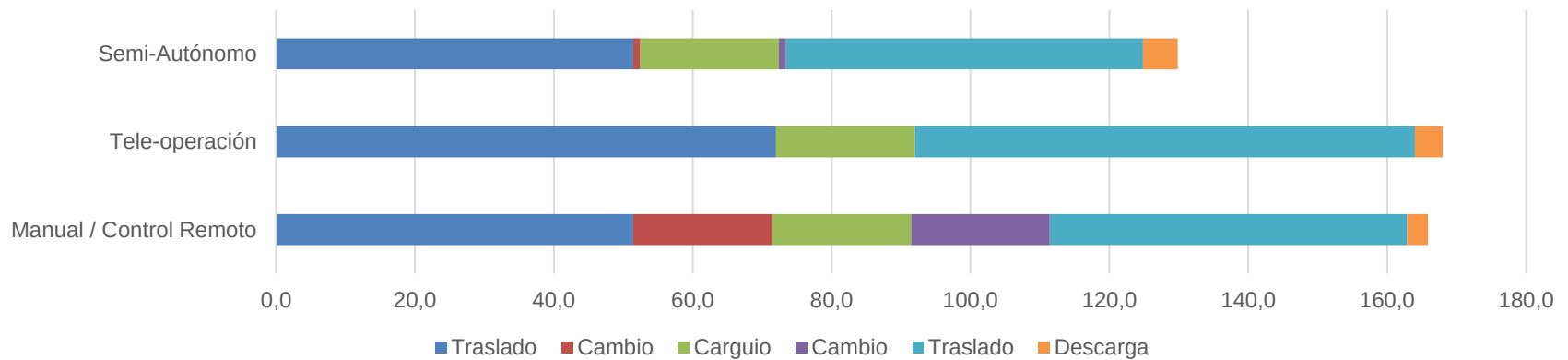


## análisis cualitativo

### Block Caving

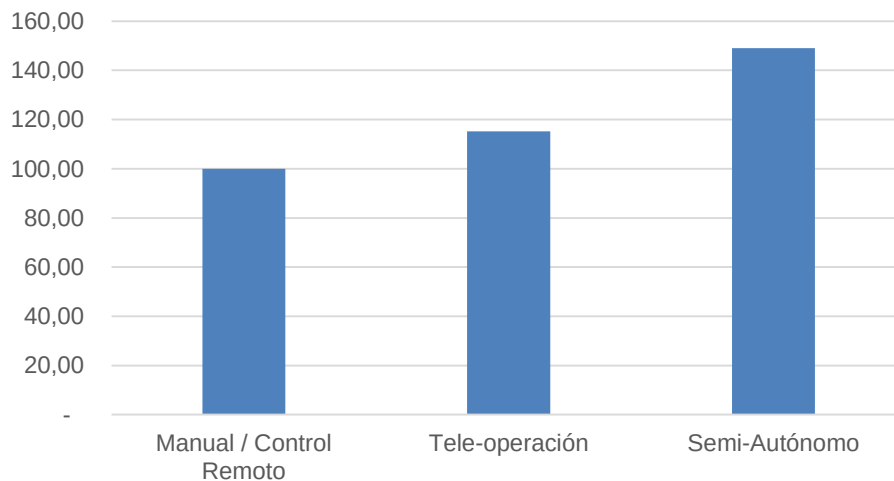


### Sublevel Stoping



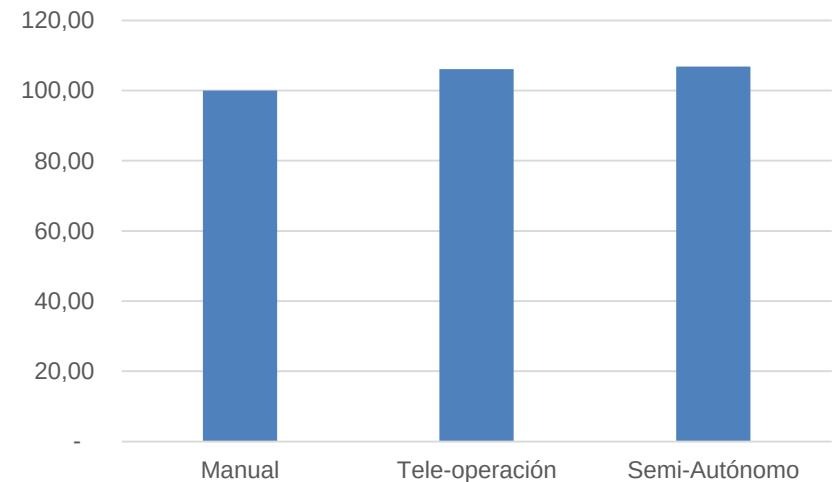
## análisis cualitativo

Sublevel Stoping: Producción por turno [%]

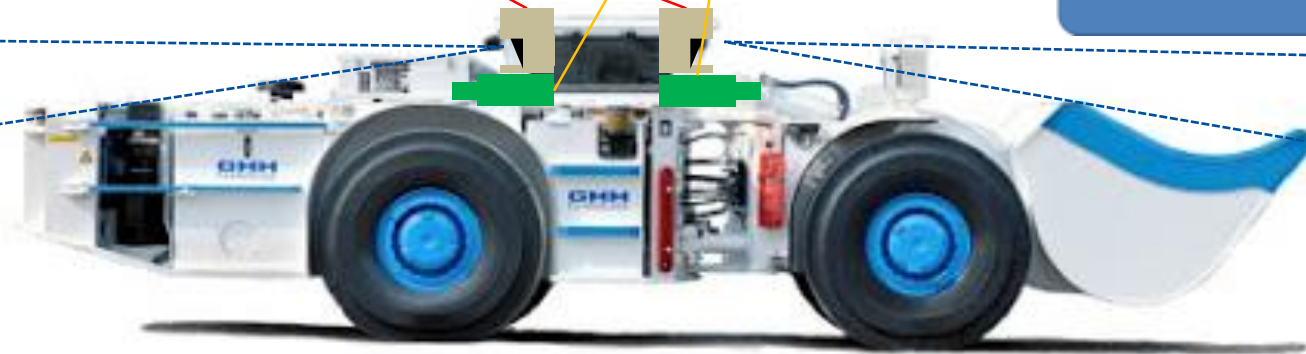
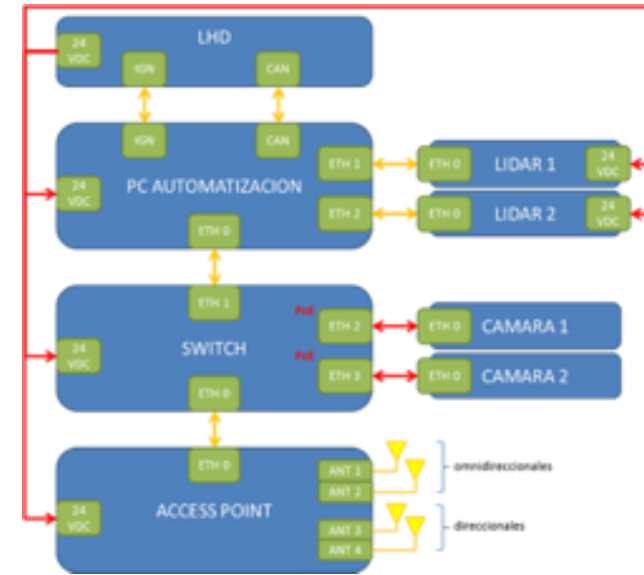


- Turno efectivo mas largo
- Tiempo de ciclo mas corto

Block Caving: Producción por turno [%]

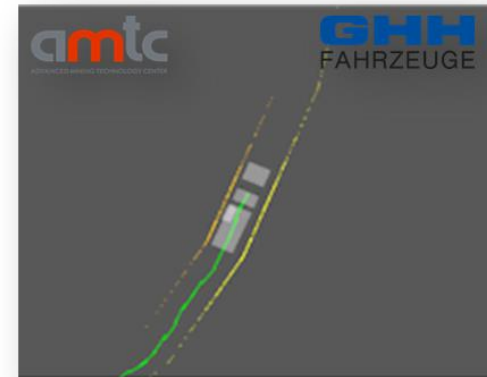
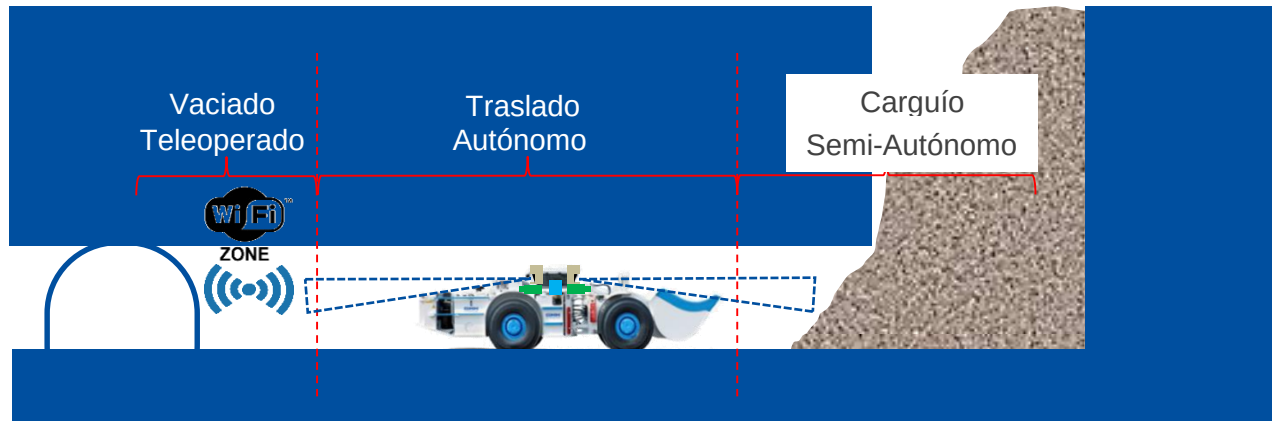


- Turno efectivo mas largo
- Factor de llenado mas bajo

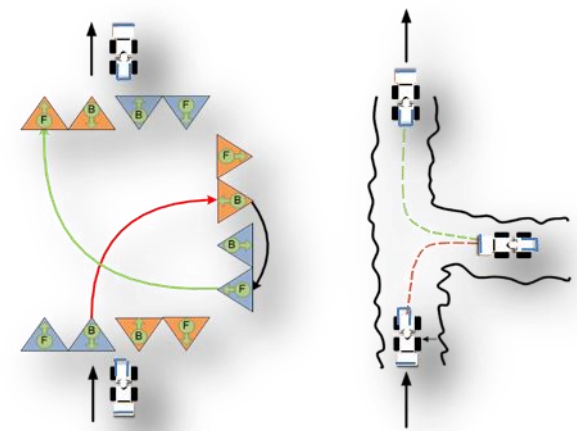


**L H D**  
**LF-11H**

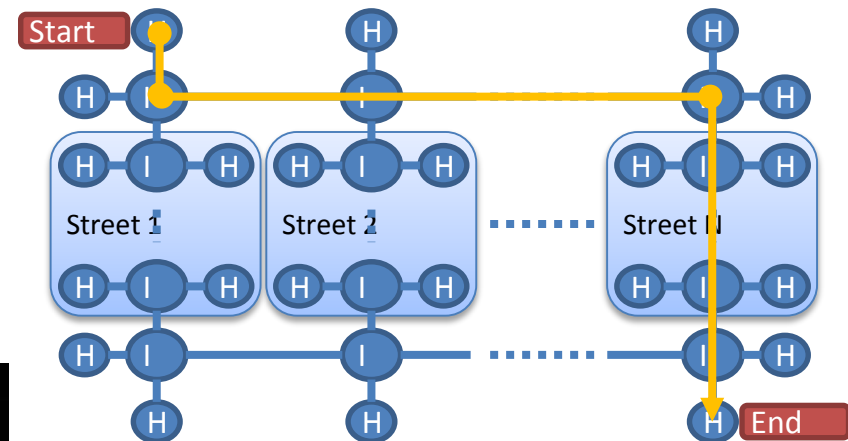


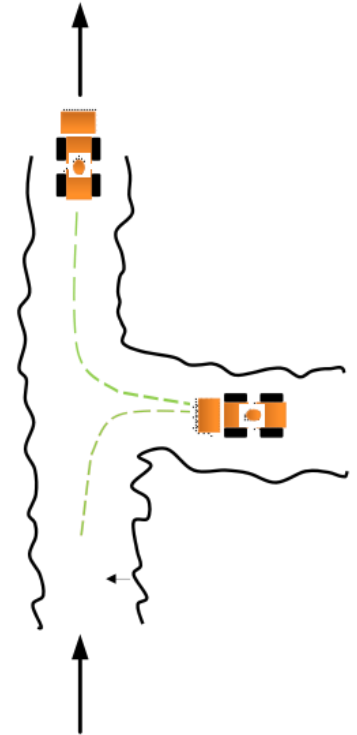
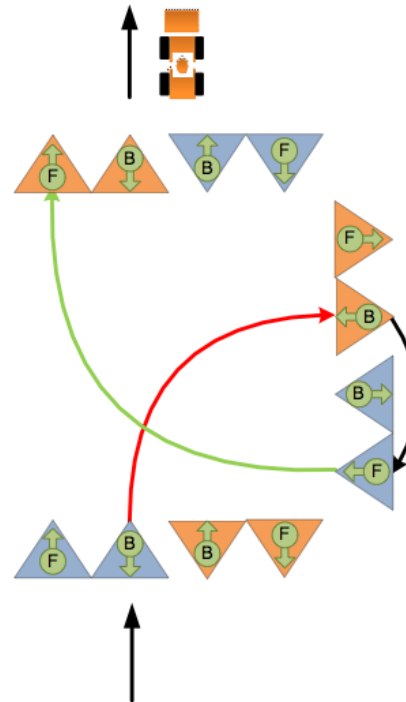
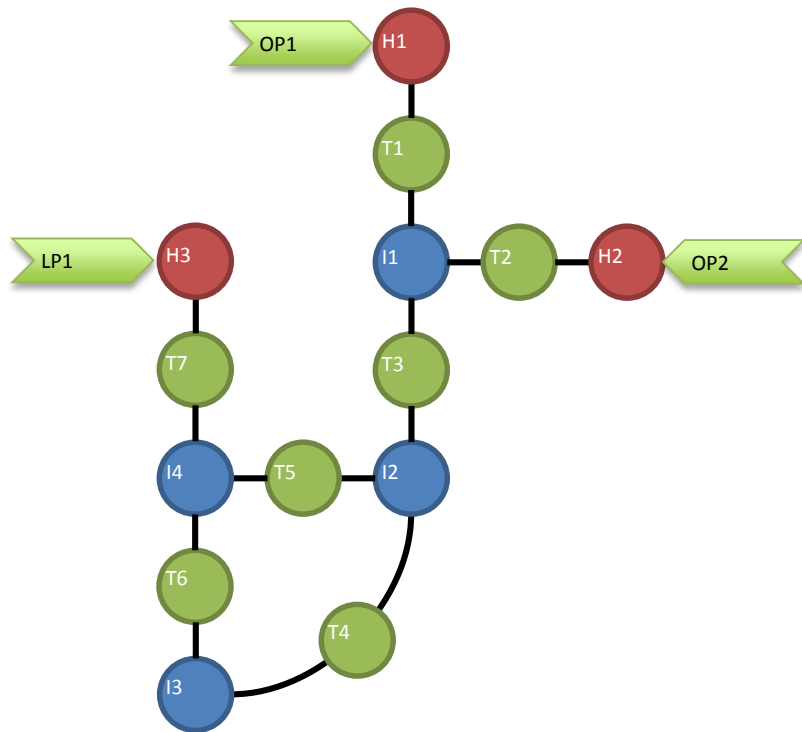


- Concepto modular para todos los métodos de extracción
- Optimización automática de la ruta mediante un "mapa predefinido"
- Movimiento completamente autónomo del vehículo en la ruta (el vehículo busca automáticamente la mejor manera)
- Evitar las colisiones
- Transferencia de imagen y datos vía WIFI
- Concepto de seguridad integrado



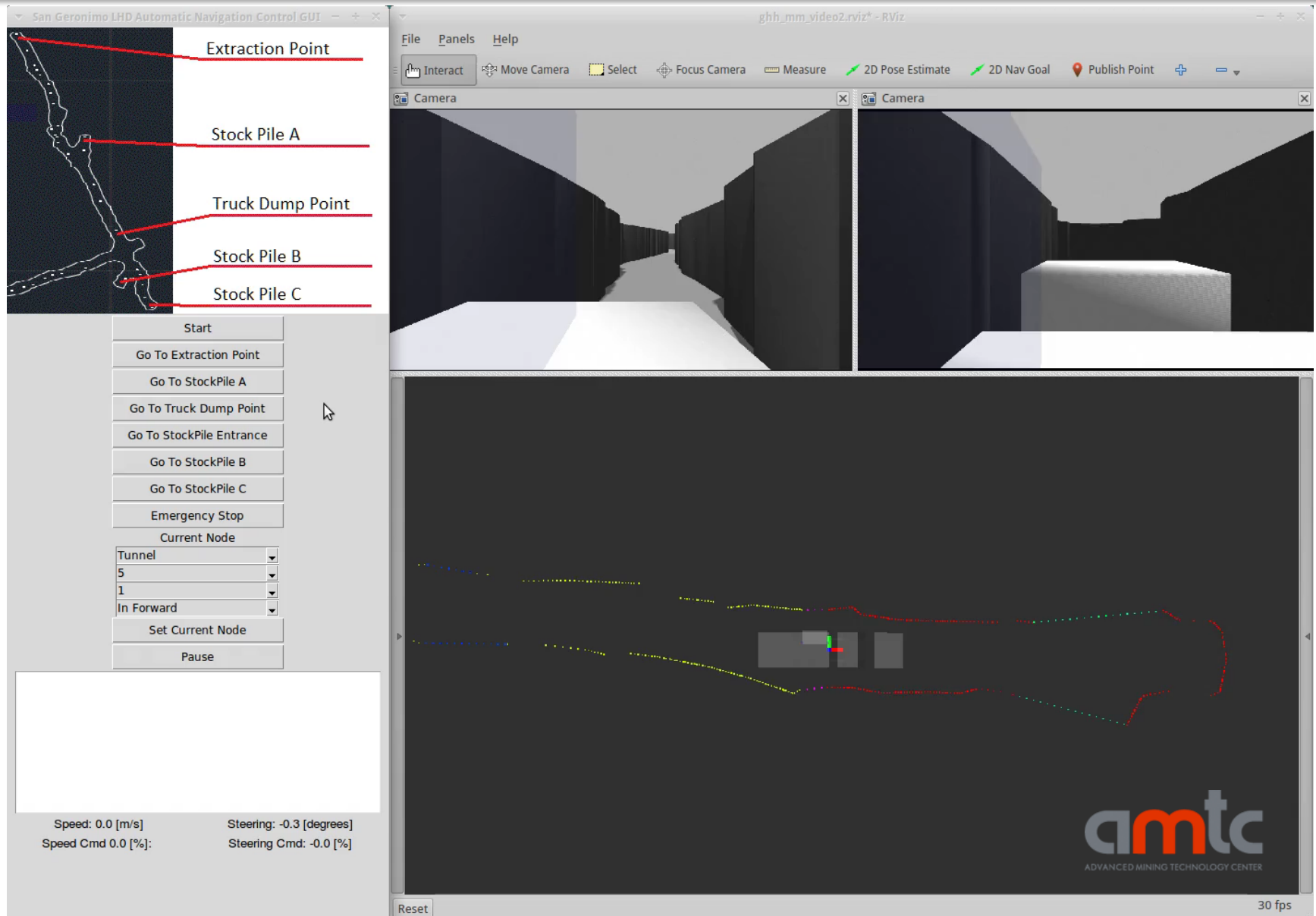
- El peor escenario
  - Macrobloque subterráneo de Chuquicamata
  - 8 calles con 19 intersección cada una
    - 168 Intersección
    - 324 cabecera
    - 174 túneles
    - 5378 nodos
    - 8760 Bordes
- Tiempo de procesamiento <5 ms



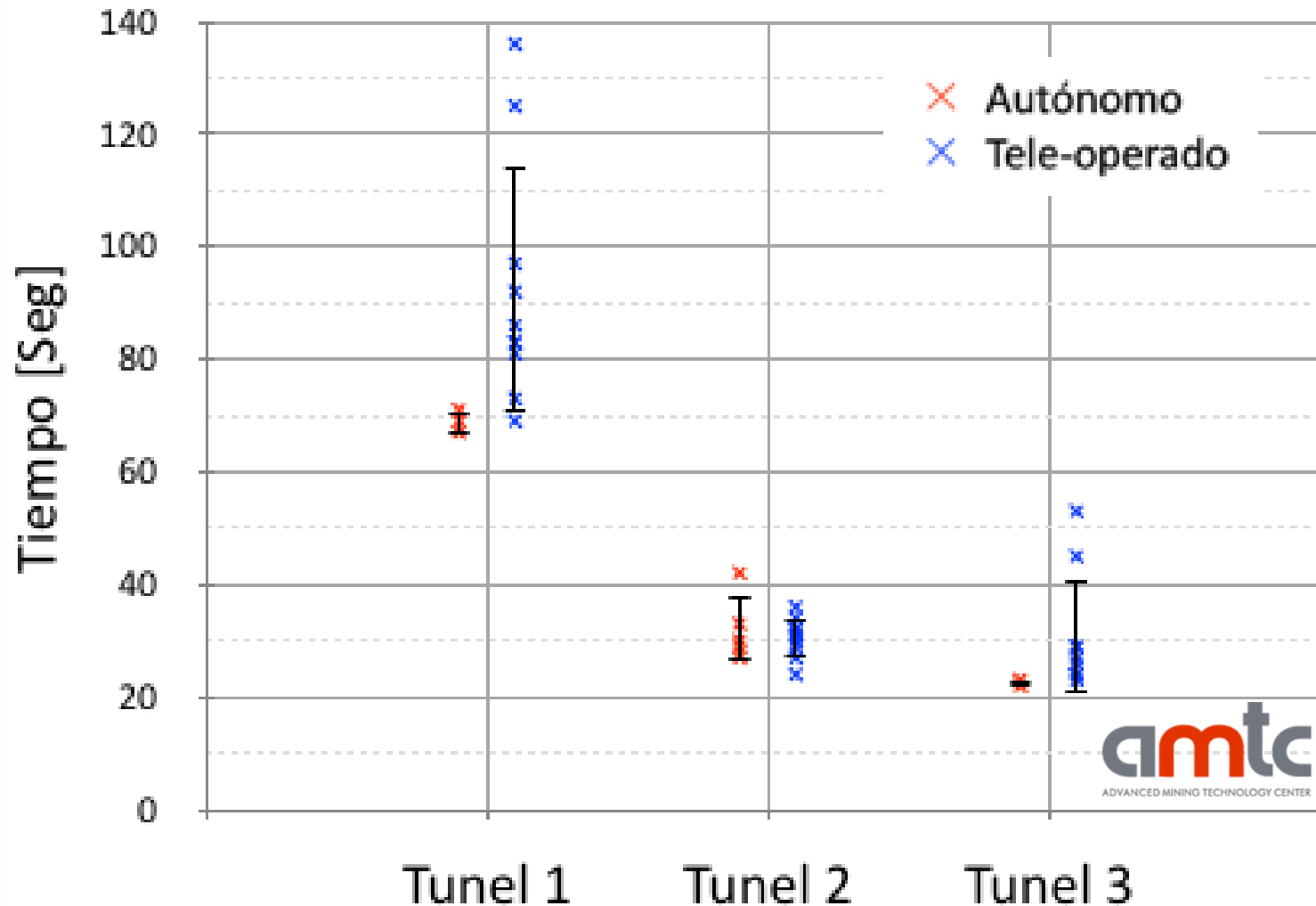




# Simulación de Algorithmos



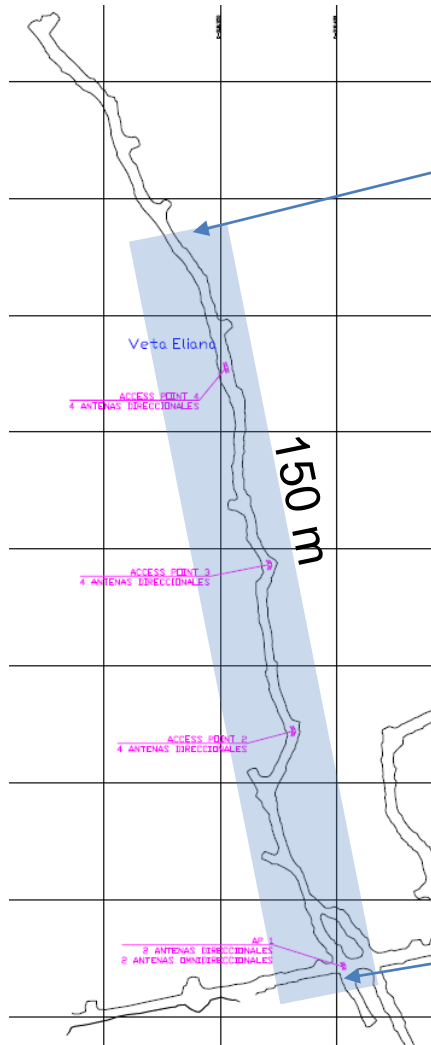
# Tiempo de Traslado Autónomo vs. Tele-Operado



# Prueba con Tuneles Falsos



Método de explotación: Sublevel Stopping



Caserón



Punto de Descarga (Stockpile)



# Carguío Autónomo

Estudio del  
proceso de  
carguío



Implementación  
en LHD a escala

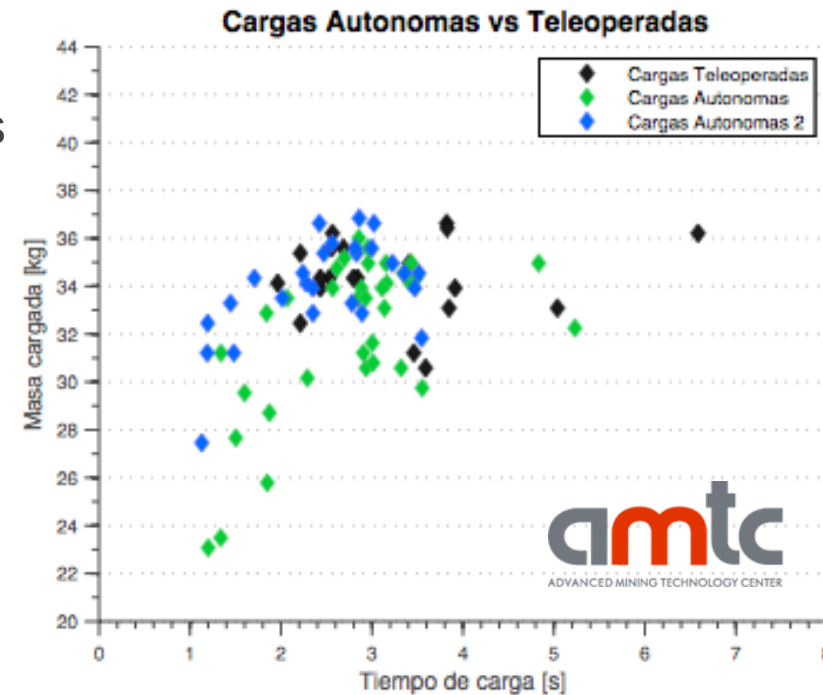
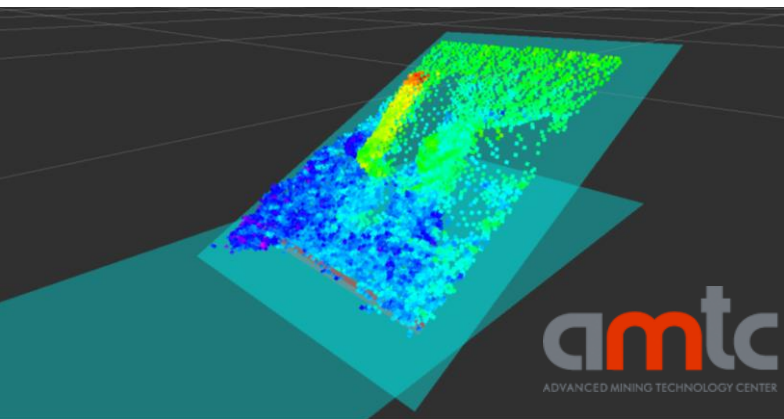


Implementación  
en LHD real



Transferencia de  
tecnología

- Carguío autónomo
- Estimación de granulometría
- Estimación de humedad
- Clasificación de Drawpoint
- Construcción de contenciones para puntos de descarga no operativos
- Extracción de rocas de gran tamaño
- Limpieza de calles



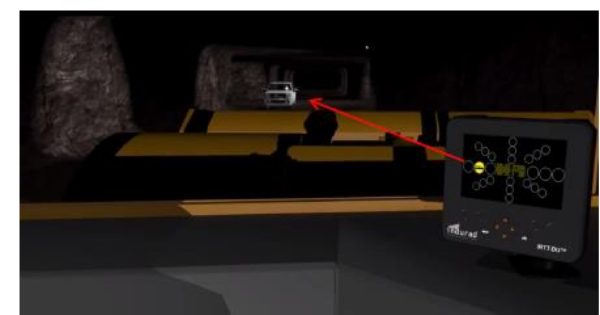
# Nuevos Escáneres de Radar para Automatización



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# Sistema Anticolisión (Multimarca)



**LEGEND**

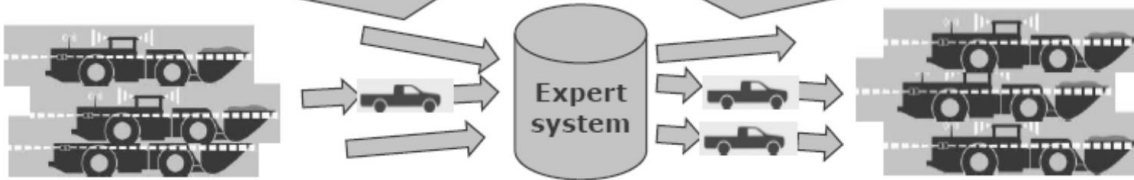
- >50m
- 5..50m
- <5m
- coupled



# Sistema de Monitoreo de Condición (Multimarca)



WLAN in each Section OR WLAN only at 2-3 central Hotspots  
Via automatic indurad Light Vehicle Data Courier



## Vehicles

- **Event Log**  
(Warnings, Limits, ...)
- **Status Log**  
(Speed, Temperature, Engine Hours, ...)

## Expert Server

- Storage on SQL Server Database
- Automatic **Analysis and Reporting**
- Mine Wide Access **via Browser**

## Vehicles

- **Firmware Update**
- **Messages**

## Mine Control Room

- Data Visualization in **individual Reports** (indurad Partner)
- **Performance** evaluation, **best practice** Extraction
- Improved **predictive Maintenance** and System Design



## Mining IoT-Plattform – Vernetztes Bergwerk





- Los sistemas de automatización anteriores son demasiado complejos y caros
- No son adecuados para minas pequeñas y medianas
- Una eficiente asociación público-privada (PPP) con el apoyo del giz de Alemania en Chile
- Sistema simple de bajo costo
- Formación de operadores y servicios
- Prueba subterránea en mina San Gerónimo ha comenzado
- Desarrollo adicional con nueva tecnología de sensores y nuevas funciones

Gracias por su apoyo!





Save the Date!  
Workshop Automatización  
**23.11.2017**  
@GHH Chile, Colina

