

IMPLEMENTACION DE EQUIPOS DE LA ALTA TECNOLOGIA EN MEDIANA MINERIA

Seminario SONAMI
17 Octubre 2018

Andrzej Zablocki
Senior Advisor

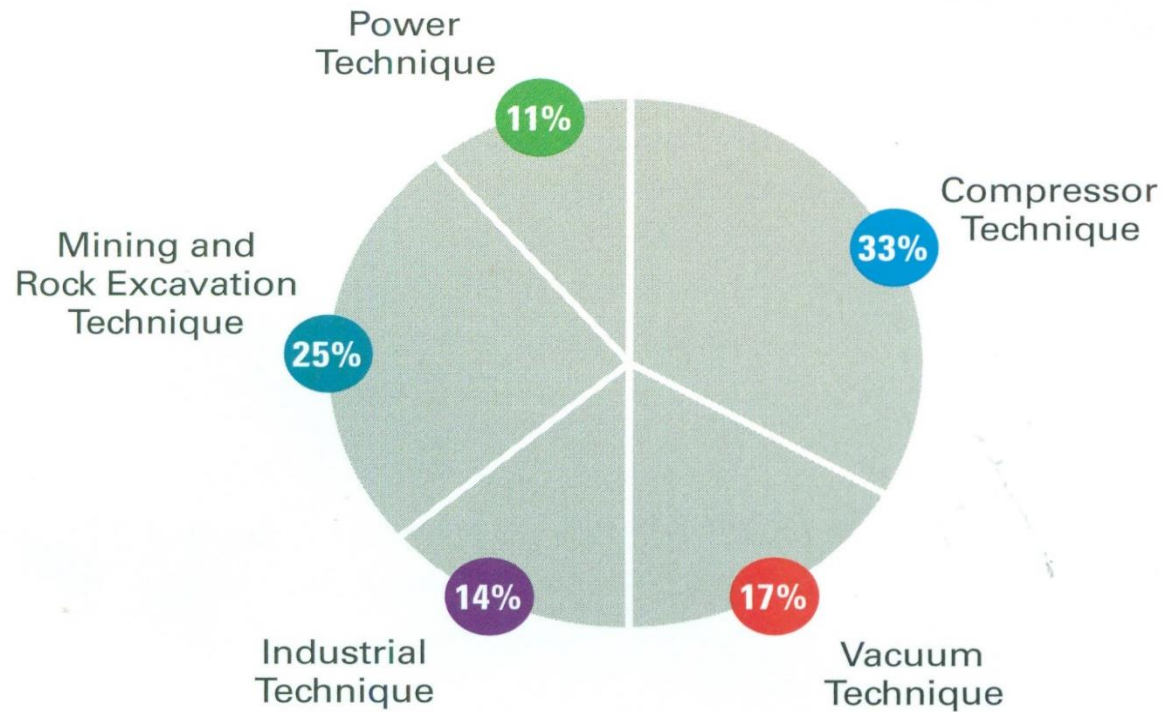
Agenda

- Introducción
- Desarrollo Horizontal con P&T y Fortificación
- Carguio y Transporte
- Excavación Mecanica de Rocas
- Conclusiones

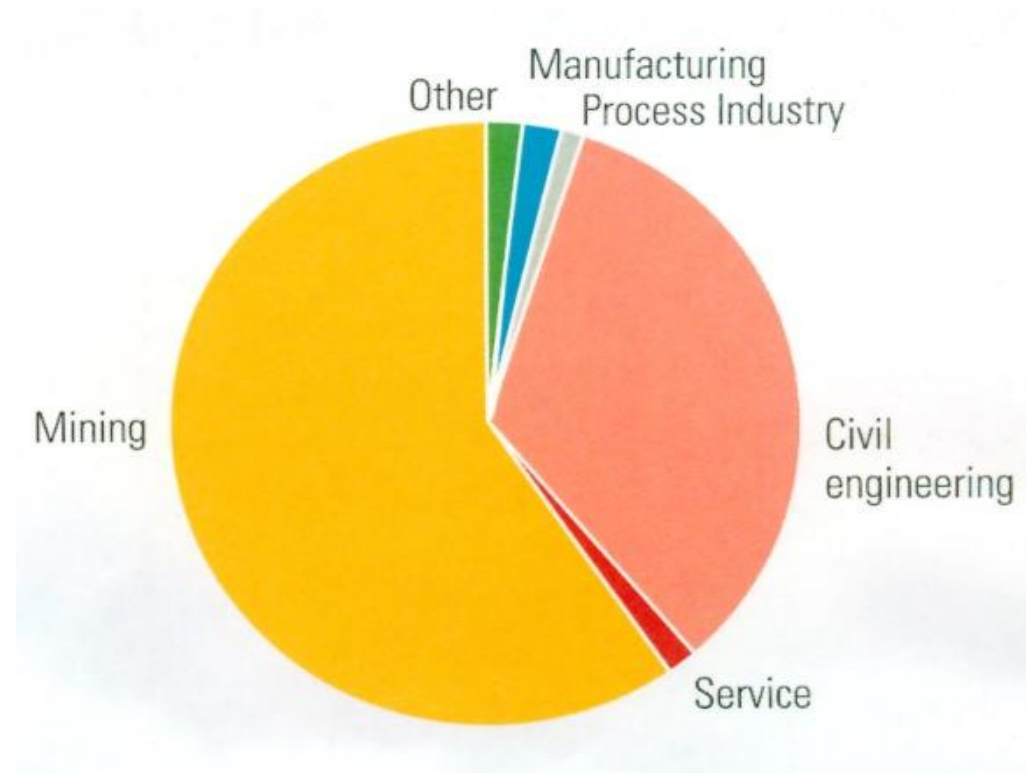


Revenue by business area Atlas Copco Group 2017

Atlas Copco



Epiroc





Underground Rock Excavation



Surface and Exploration Drilling



Drilling Solutions



Mining and Rock Excavation Service



Rocktec



Hydraulic Attachment Tools



Rock Drilling Tools

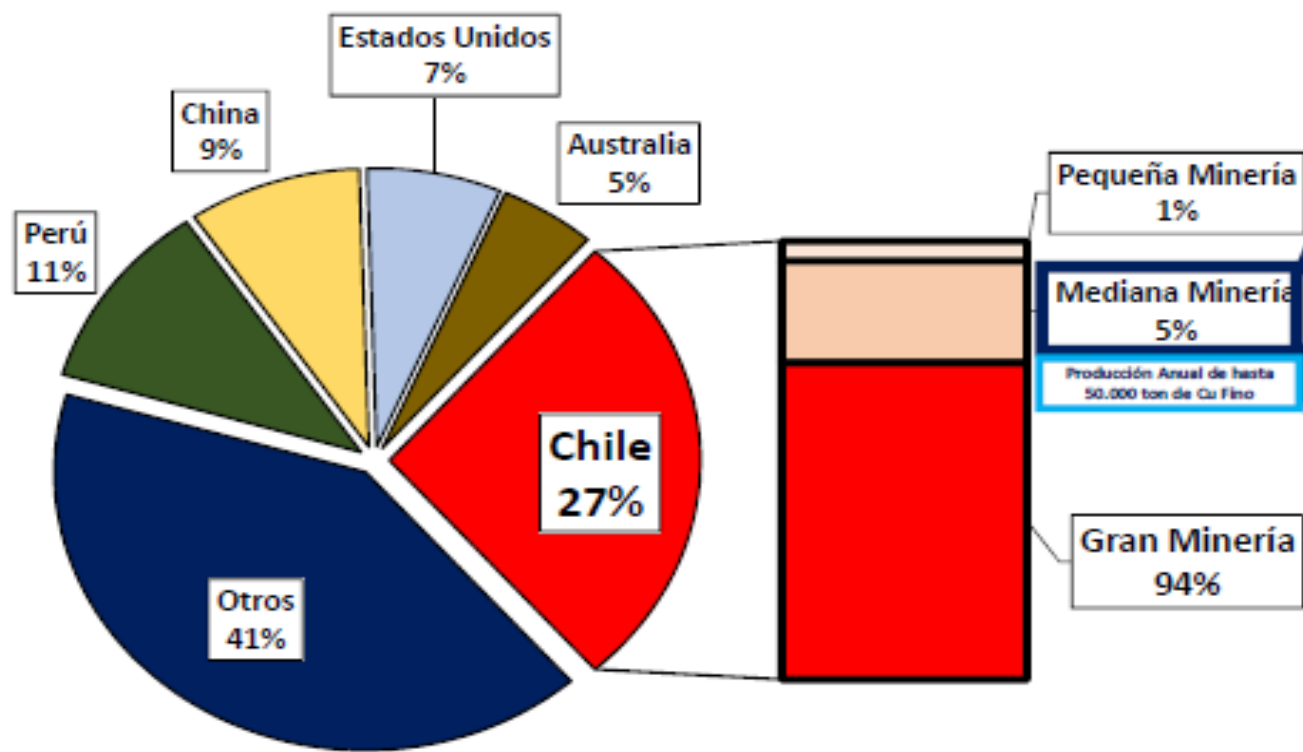
Divisiones

ESTRUCTURA DE MINERIA CHILENA

SEGMENTO	OPEN PIT	SUBTERRANEA
Gran Minería Privada	X	
Gran Minería Estatal	X	X
Mediana Minería		X
Pequeña Minería		X

Fuente: A.Zablocki

Producción Mundial y Nacional de Cobre



Producción de Cu Mundial 2016: 20.630 Kton de Cobre Fino

Producción de Cu Nacional 2016: 5.545 Kton de Cobre Fino

Fuente: Minera Carola

La Mediana Minería aporte el 5% de la producción de Cu Fino del País

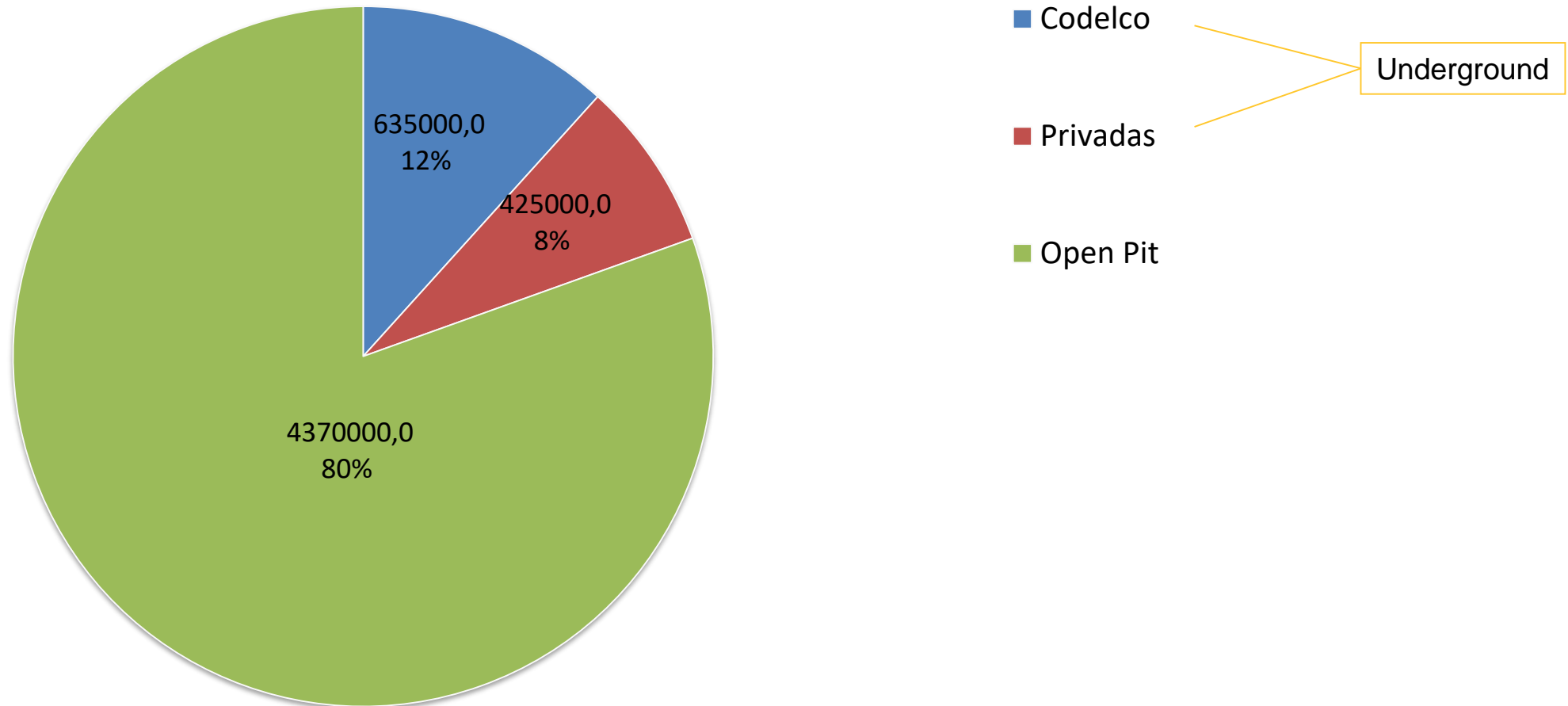
Equivale a

* 280 Kton de Cobre Fino
* 620 MLbs de Cobre Fino

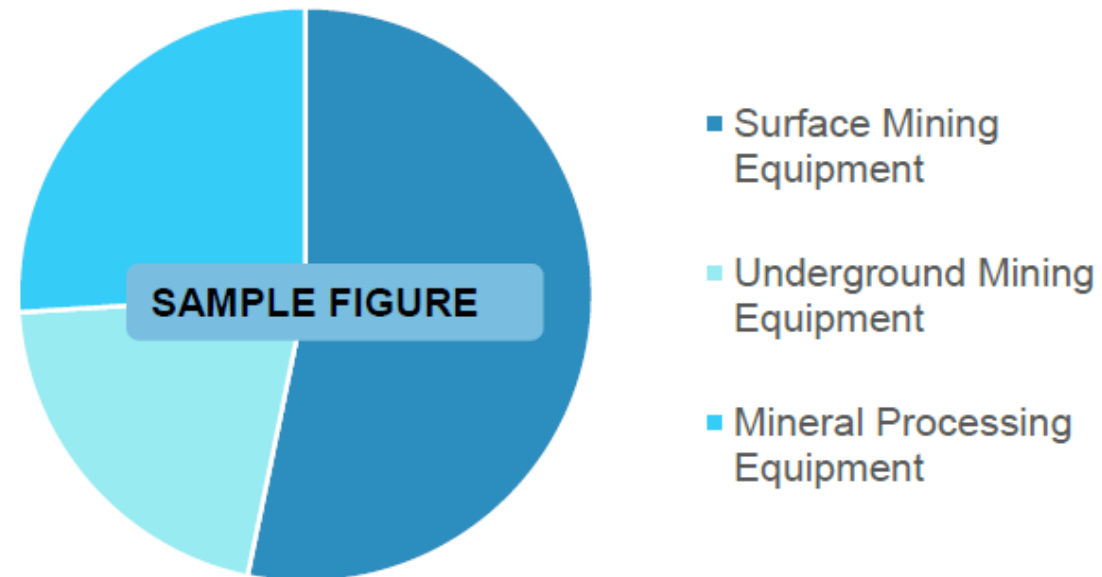
A un Precio de 2,20 – 2,80 US\$/LB

1.364 – 1.736 MUS\$ por Año

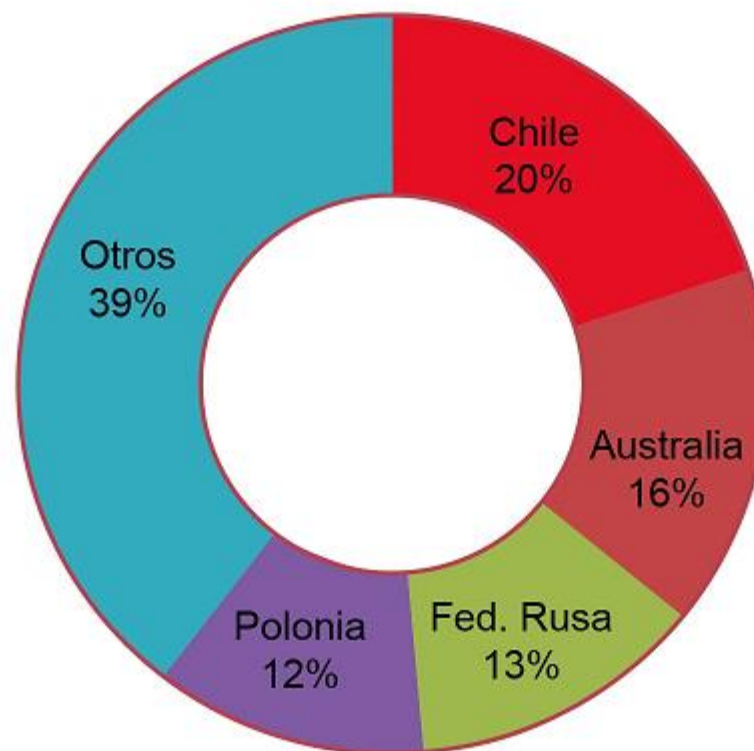
Producción de cobre fino en mlns de toneladas Chile 2014



Mining Equipment Market: Revenue Share (in %), by
Type, Global, 2016



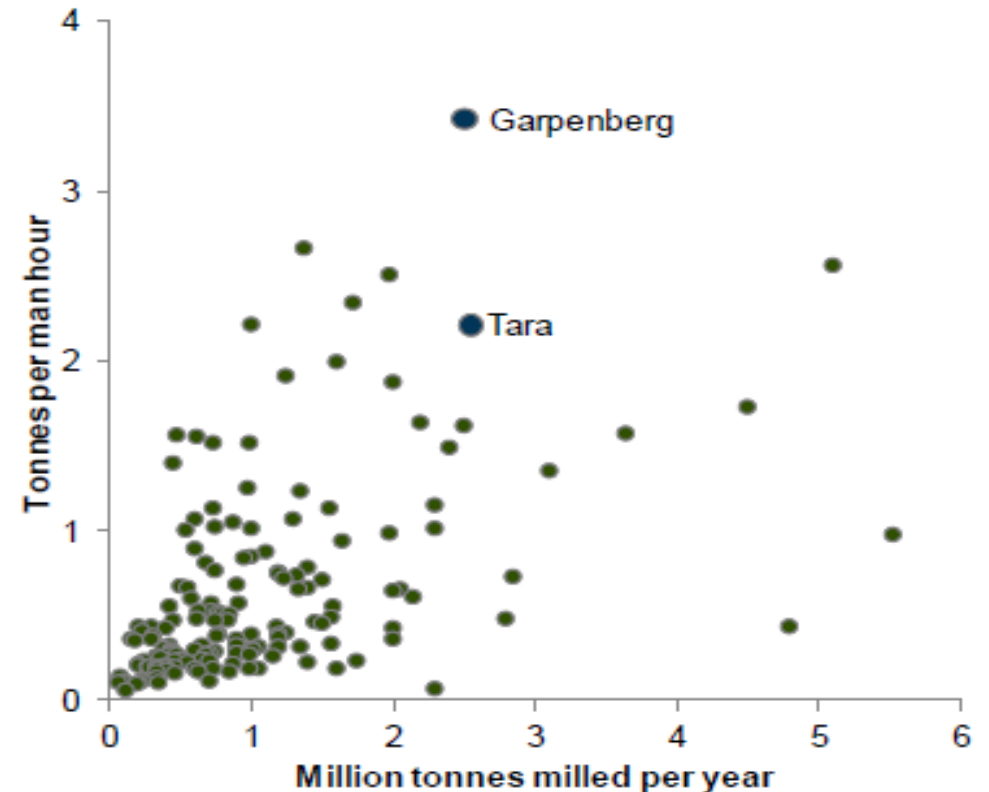
PARTICIPACIÓN POR PAÍS EN LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE MINA EN MINERÍA SUBTERRÁNEA



Elaborado por MBChile, a partir de información pública de las empresas

Productividad en Mediana Minería Mundial

La mediana minería tiene un rol importante en el mercado de equipos subterráneos, también por su mayor disposición a probar nuevas soluciones. Benchmarking es una de las herramientas para buscar mejores practicas. Ejemplo de Boliden.



Fuente: Wood Mackenzie, 2016

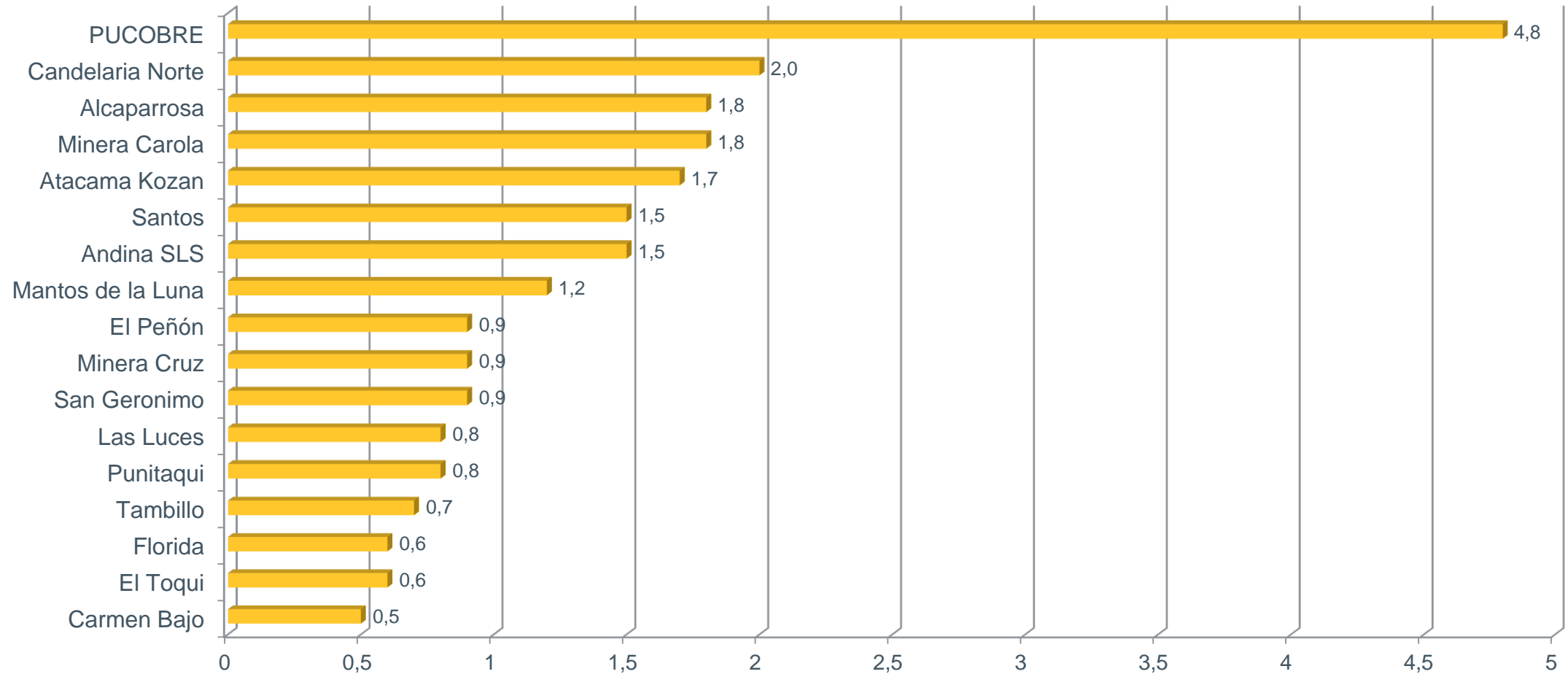
MINAS SUBTERRANEAS METALICAS EN AMERICA LATINA



METODO	CHILE	PERU	ARGENTINA	MEXICO	BRASIL
C & F	3	20	2	13	8
R & P	2	1		1	1
SLS	29	19	3	9	8
SLC		1			1
BC	3	--	--	--	--
OTROS		1SCH	--	1	1VRM
TOTAL	37	42	5	24	19

- En Chile mayoría de minas son de cobre (32)
- Otros países además de cobre minería de oro y polimetálica

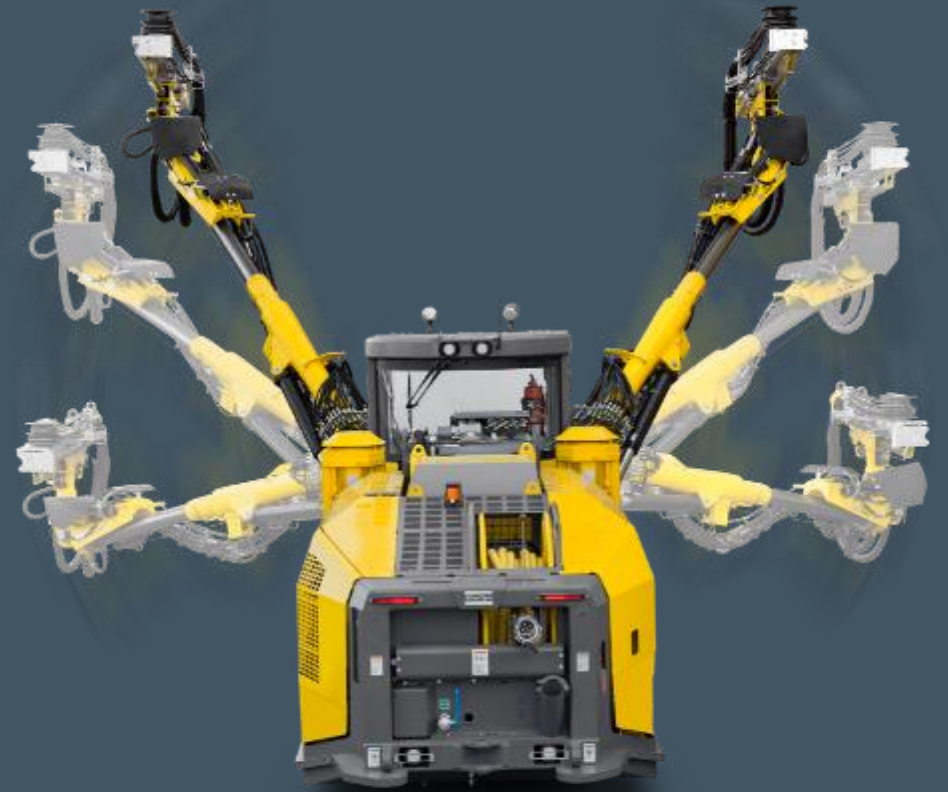
Producción de Principales Minas de Mediana Minería Subterránea en Chile



Millones de toneladas por año

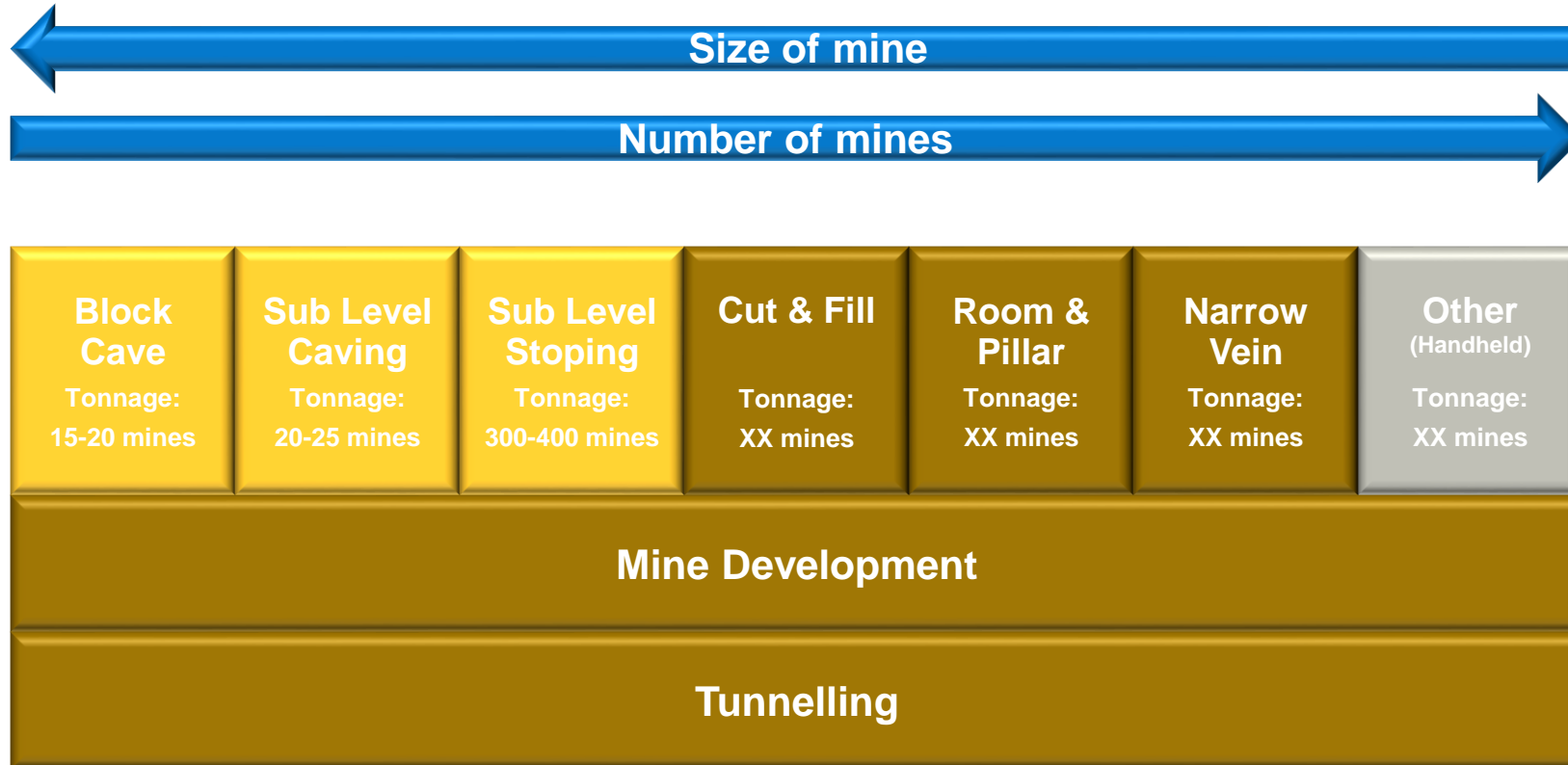
Agenda

- Introducción
- **Desarrollo Horizontal con P&T y Fortificación**
- Carguio y Transporte
- Excavación Mecanica de Rocas
- Conclusiones



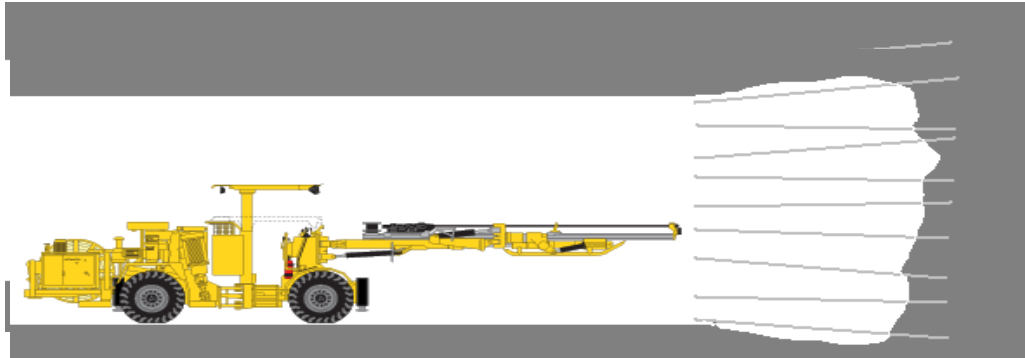
Metodos vs Desarrollo Horizontal

- Large scale mines
- Face drilling methods
- Handheld equipment

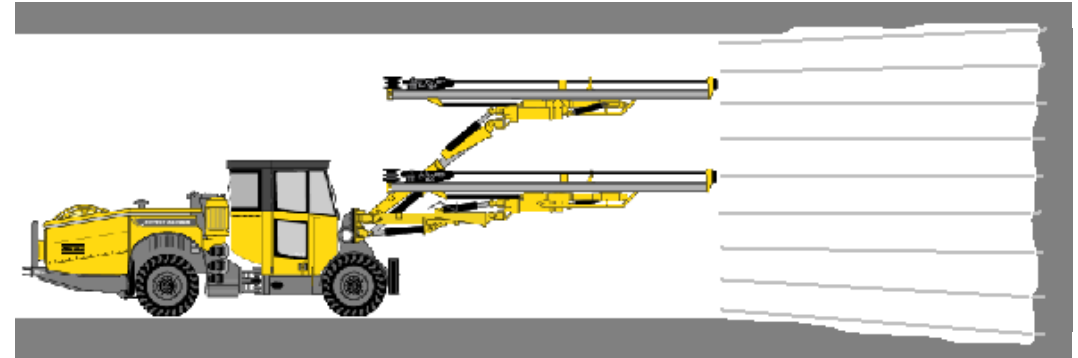


Desarrollo de Túneles con Sistema RCS (Computarizado en vez de Control Directo)

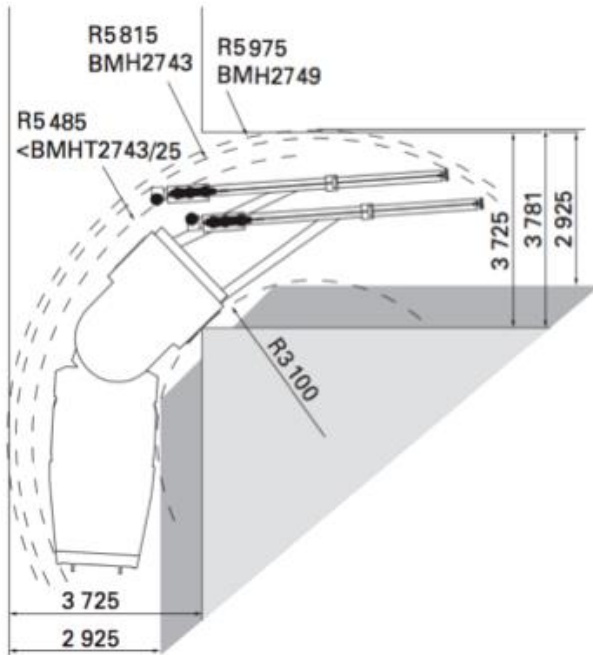
DCS - B282



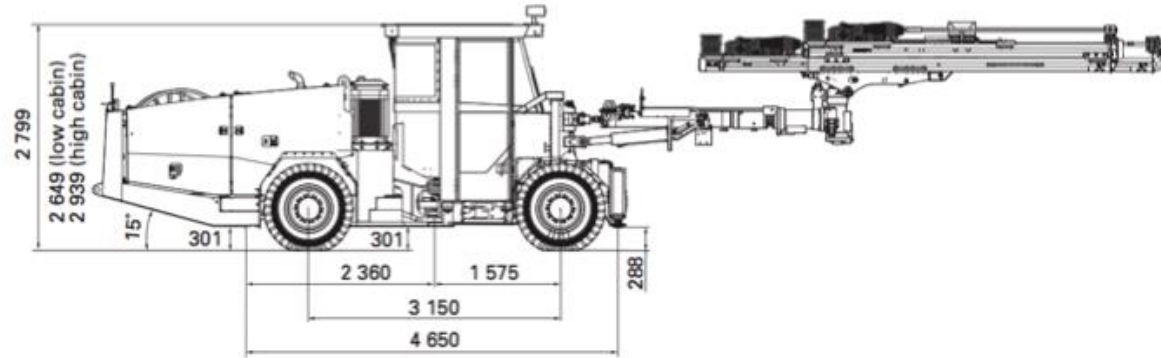
RCS - B M2C



S2 Unique Compact 2 Boom RCS Rig



Boomer S2 turning radius.



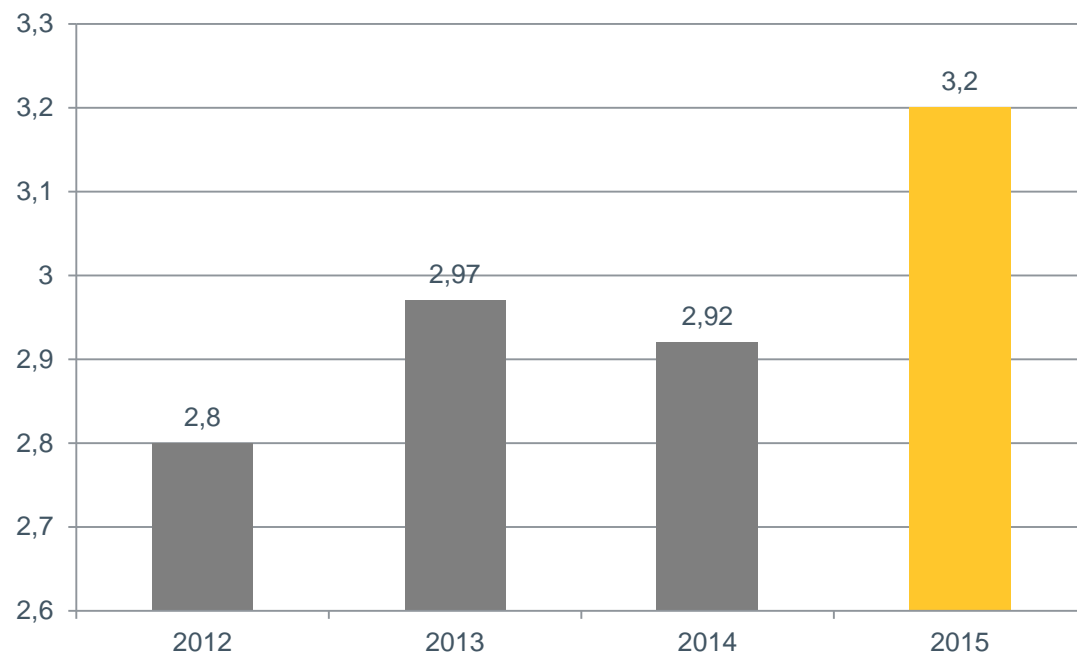
Width 2.000 mm
Length 12.200 mm



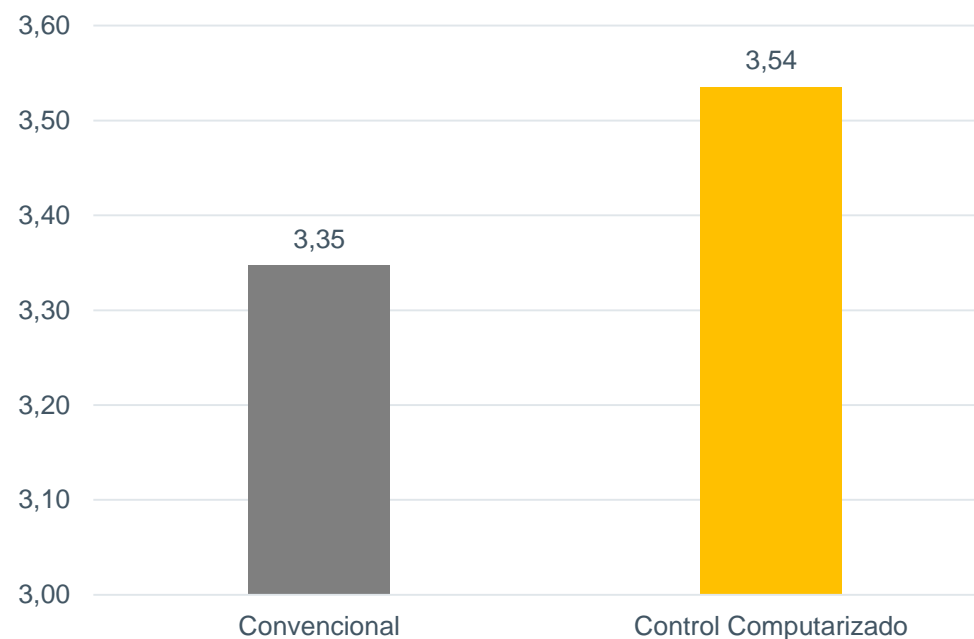
Caso de estudio: KGHM y El Teniente

Implementación del control computarizado en avances horizontales

Metros de avance por disparo, KGHM



Metros de avance por disparo, DET



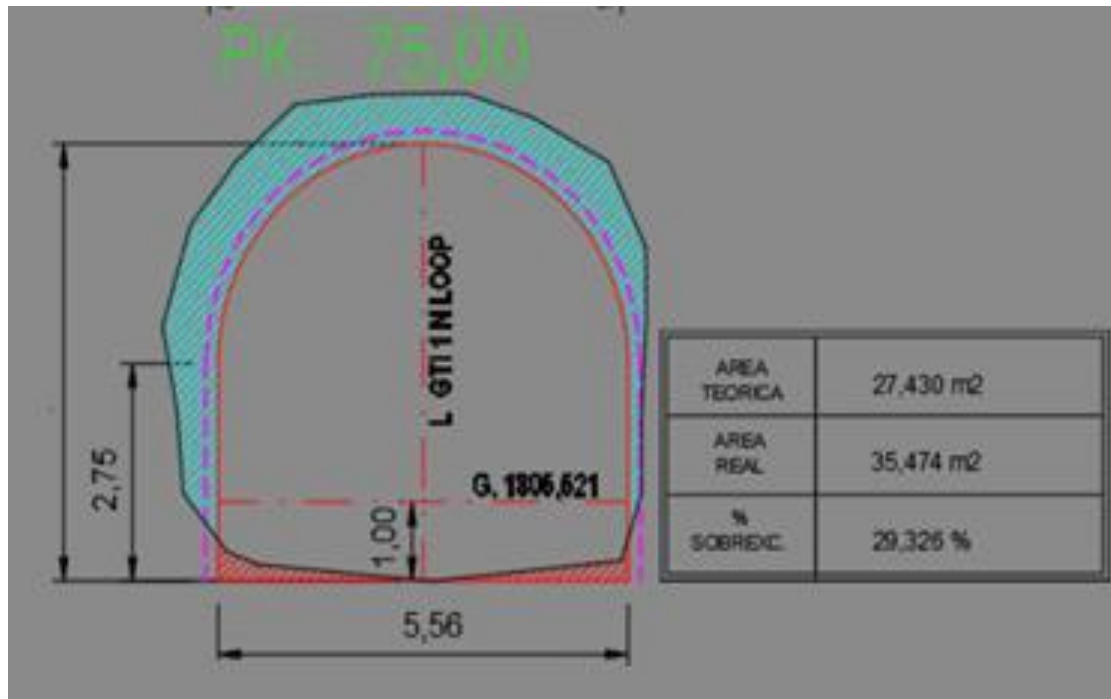
■ Perforación convencional ■ Perforación Computarizada

Fuente: KGHM – Polkowice Sieroszowice, Epiroc

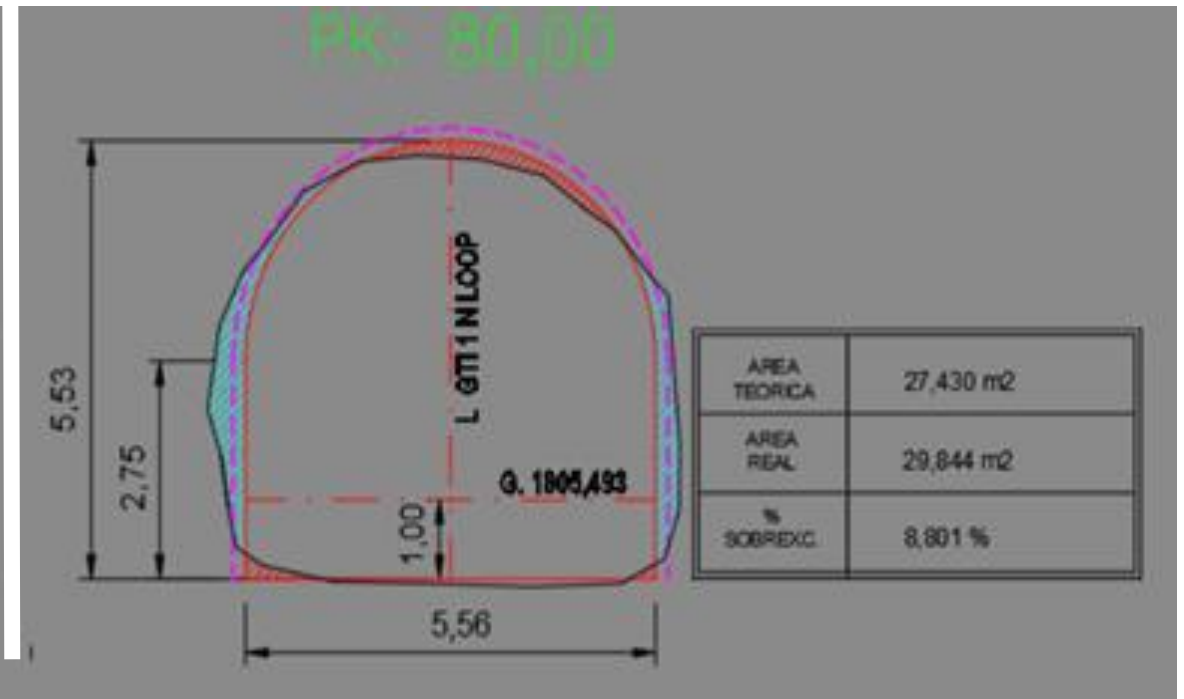
Ejemplo perforación convencional vs computarizada en Chile

Minería Subterránea - sobreexcavación

ABC Básico (convencional)



ABC Regular (computarizado)



Para las mismas condiciones (sección, tipo de roca y explosivos)

Development tunnel quality improvement



RCS technology enables high quality improvement of finished result

Mina Garpenberg- Suecia



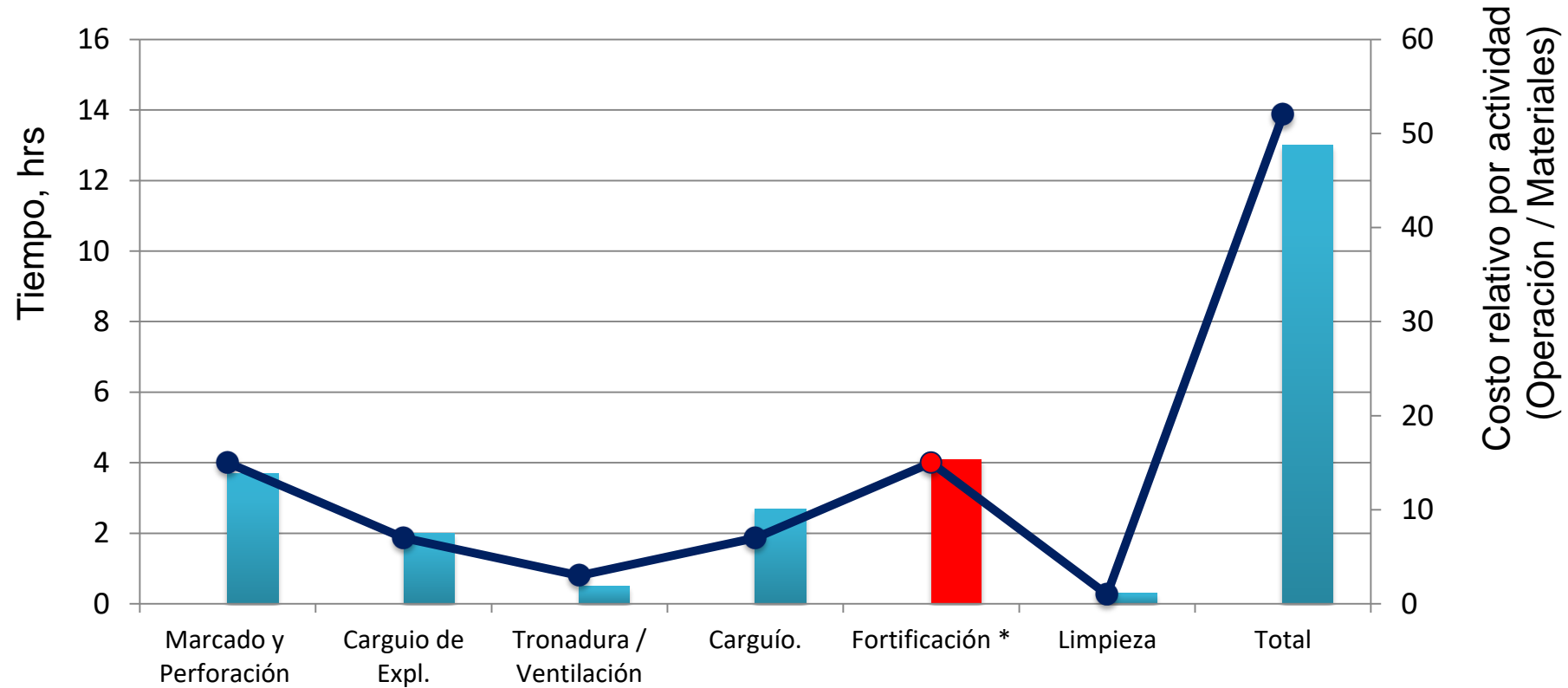
Antes



Despues

Tiempo y costo de las actividades en el ciclo de desarrollo minero. Importancia de la fortificación

Sección 4,6m x 4,6m, largo de barreno 4,6m, avance 5,44 m/día



* Incluye acuñadura

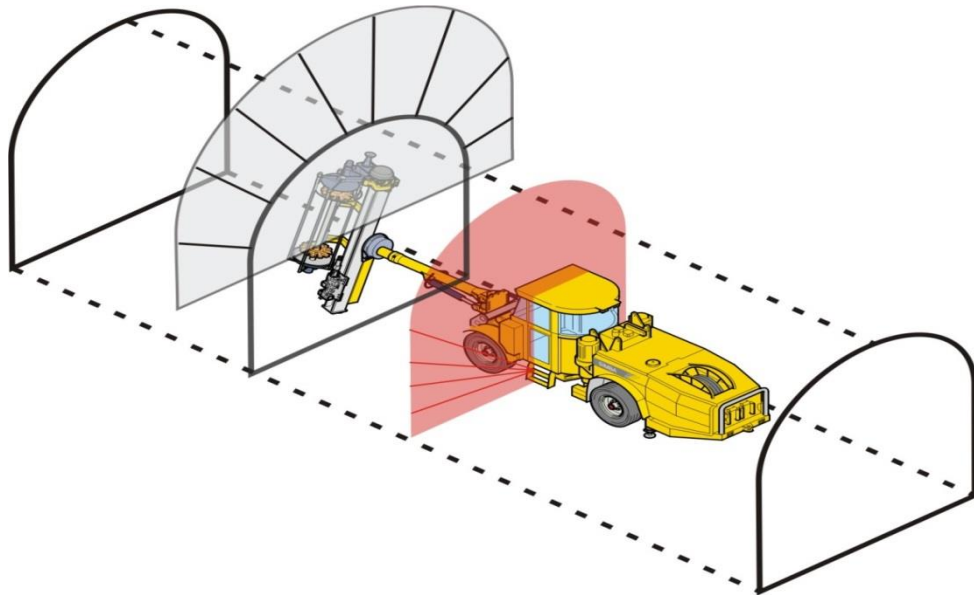
■ Tiempo promedio (horas efectivas de trabajo, sin F/S equipos)

● Costo relativo (sin F/S de equipos)

Fuente: Kenzap

FORTIFICACIÓN MECHANIZADA, CONTROL DE INSTALACIÓN DE PERNOS Y MALLA

- El operador recibe instrucciones como instalar los pernos.
- Pernos son instalados en forma correcta segun diagrama planificada
- Registro de posición exacta (longitud y angulo, tipo de perno,volumenes etc. para los futuros analisis.



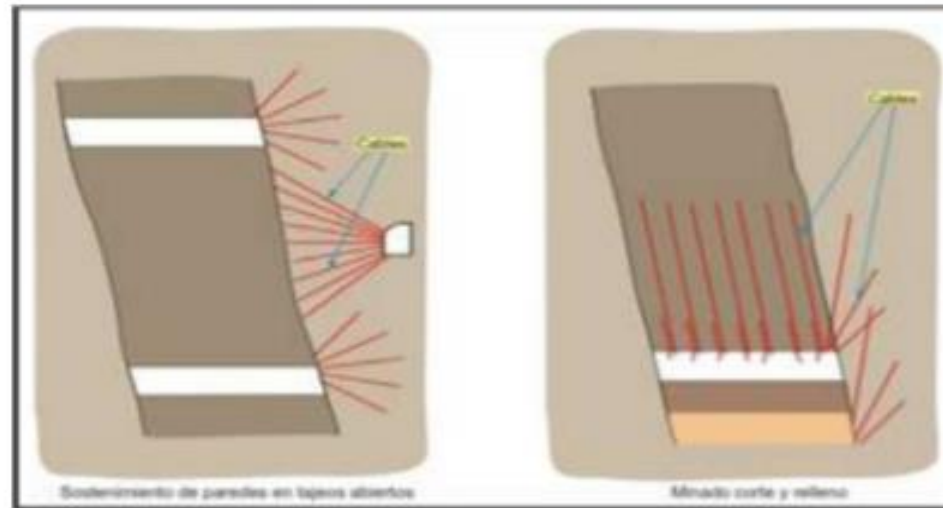
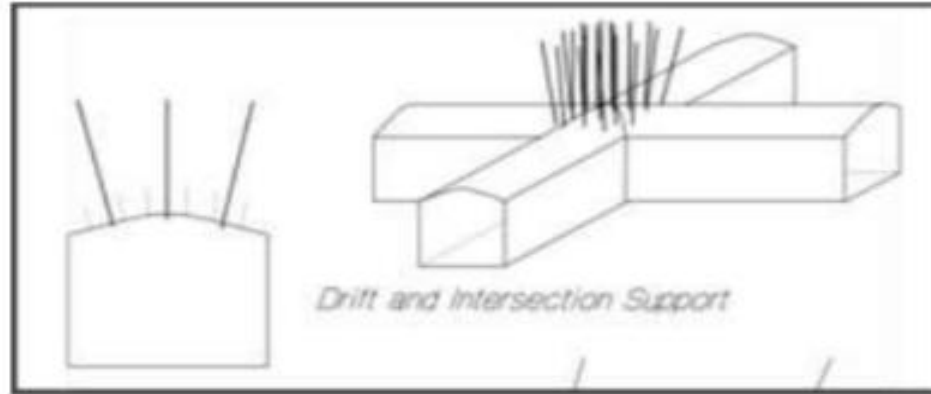
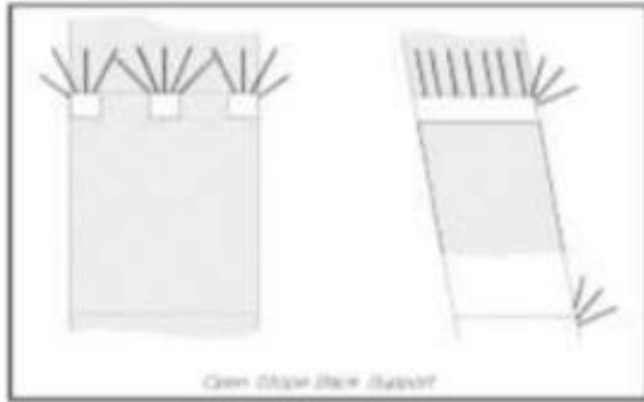
Tendencia

Multiples tareas con un solo equipo

- **EFFECTOS :**
 - Tiempos de instalación y transporte reducidos
 - Menor nr. de equipos
 - Mayores requisitos de mantenimiento
- **PERO :**
 - Mayores requisitos de mantenimiento
 - Menor disponibilidad
 - Las tareas individuales son más lentas
 - Reducción de calidad de tareas



Empernado con cables - Aplicaciones





Fortificación mecanizada con cables de acero mediante el equipo Cabletec LC



POBLACION CABLETEC LC EN MEXICO:

Cantidad	Equipo	Cliente	Ubicación
1	Cabletec LC	San Julian	Chihuahua
2	Cabletec LC	COEUR	Chihuahua
1	Cabletec LC	Fresnillo	Zacatecas
1	Cabletec LC	Minera Sabinas	Zacatecas
1	Cabletec LC	Minera Saucito	Zacatecas



- **MINERA SABINAS**
- **Producción Diaria: 3,700 t/d.**
- **Principal Mineral: Plata y Zinc**
- **Sistema de Minado: Barrenacion Larga, Corte y Rellene.**
- **Equipo Cabletec LC en Minera Sabinas tiene 7 años en Operación, lleva alrededor de 22,000 metros de cable inyectados.**

En Resumen...Fortificación con cables de acero

Comparación situación convencional vs mecanizada (cables de 11m)

Fortificación Convencional

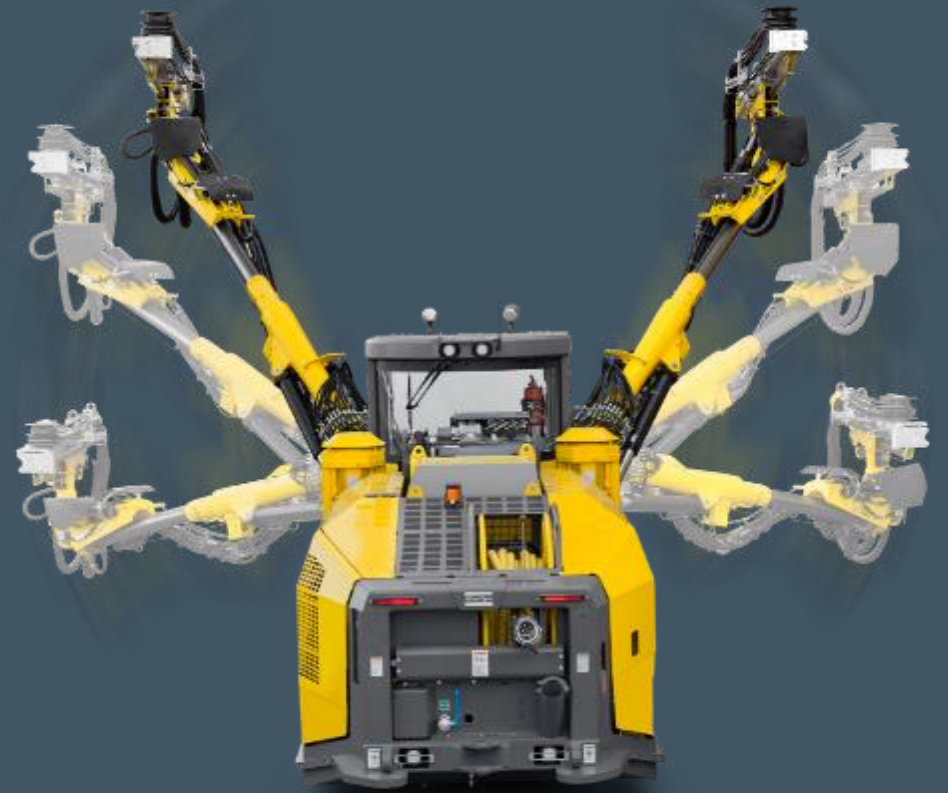
- Bajos rendimientos **11 m/hr**
- Un operador y su ayudante para la perforación y una cuadrilla de 3 hombres para la instalación de cables (.**Total 5**)
- **Alto nivel de exposición** de los trabajadores en **zonas inseguras**.
- Alto uso de equipos utilitarios para la fortificación, mayor nr. de equipos
- Mayor gasto en la fortificación (24.076 \$/ml)
- El valor actualizado de los costos entrego un 10% más que la fortificación mecanizada (14.447.018 USD)

Fortificación Mecanizada

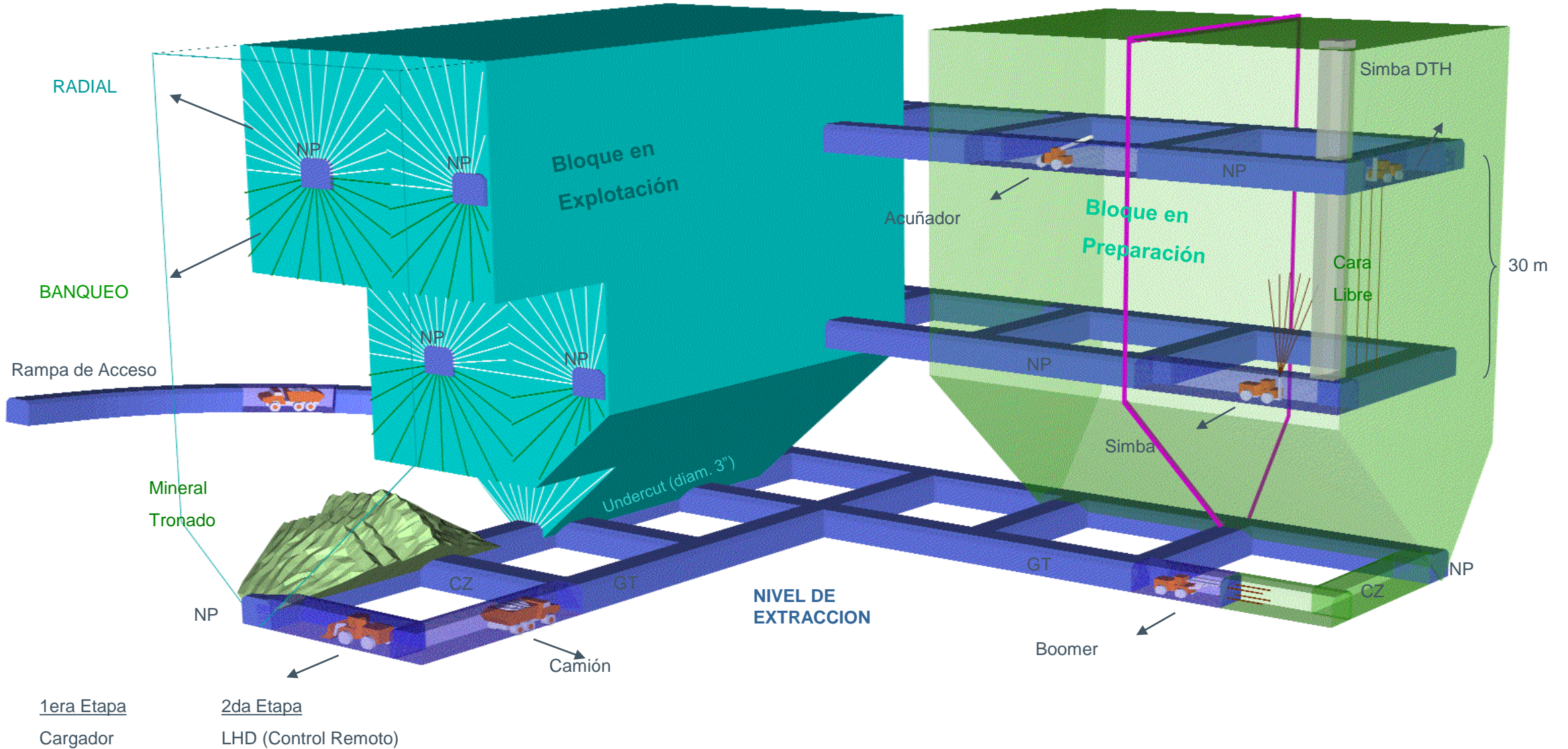
- Rendimiento promedio **20m/hr** y hasta 36m/hr
- Un solo operador y su ayudante para la actividad completa. (**Total 2**)
- **Elimina la exposición** de los trabajadores a zonas inseguras protegidos desde una cabina completamente asegurada.
- Un solo equipo y utilitario solo para cambio de carrete
- Mayor ahorro en el proceso de fortificación con cables, hasta un 22% más baja que la fortificación convencional.
- En cuanto al análisis económico, se tiene un ahorro del 10% al valor actualizado de los costos (12.886.117 USD)

Agenda

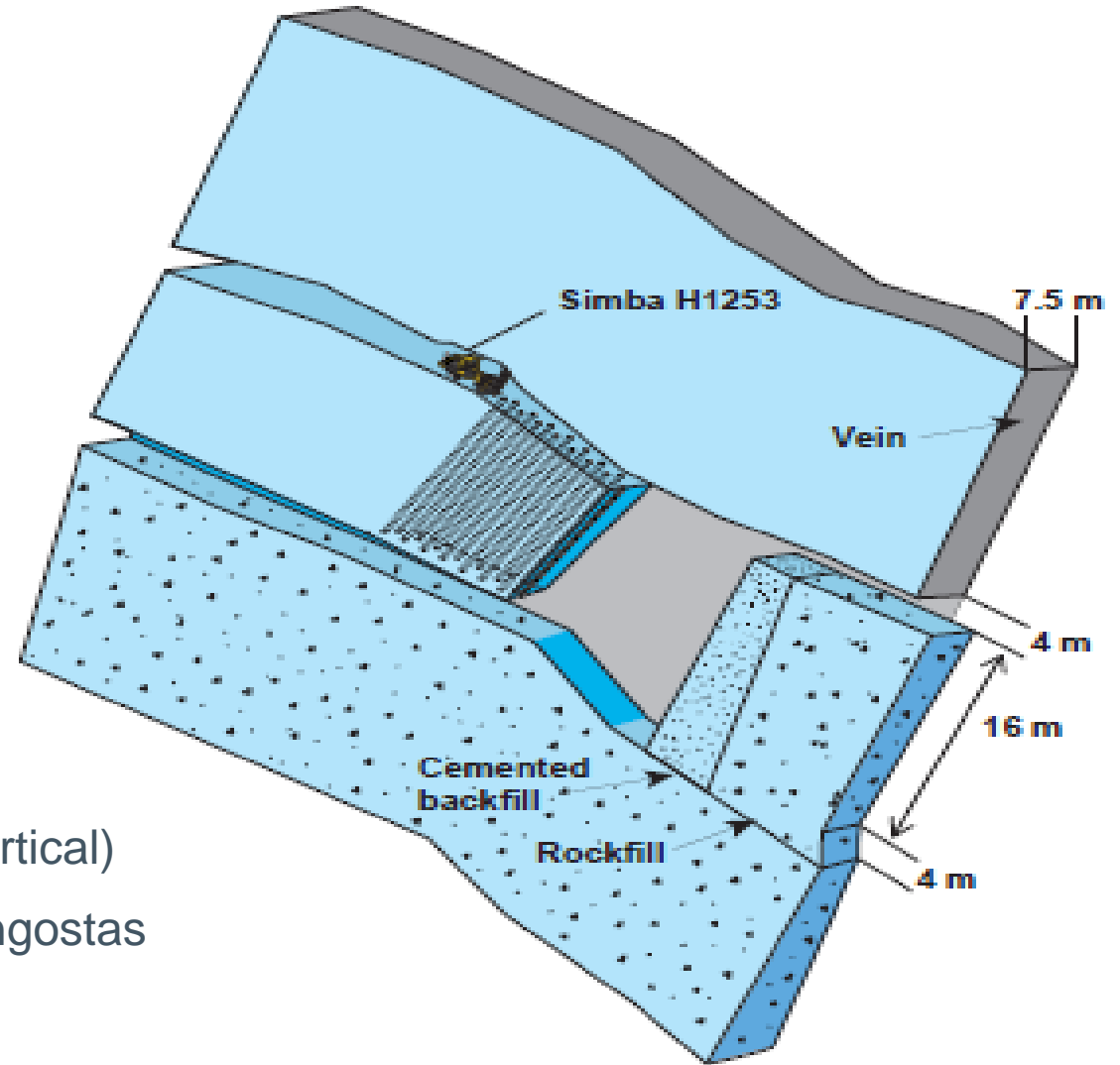
- Introducción
- Desarrollo Horizontal con P&T y Fortificación
- **Carguio y Transporte**
- Excavación Mecanica de Rocas
- Conclusiones



SUB LEVEL STOPING - PRINCIPAL METODO DE ARRANQUE – MEDIANA MINERIA



MINERIA DEL ORO - BENCH & FILL



Tendencias hacia RMD (horizontal y vertical)
Aumento de desarrollo con vetas muy angostas

ROMPER PARADIGMAS

Camiones
Convencionales vs. de
Bajo Perfil

Lima 2018



Operaciones Unitarias: Carguío y Transporte



Scooptram ST - 1020



Camión Volvo A40

Carguío y Transporte		
Responsables	S.C.M. Carola	
Jefe Área	Álex Cortés	
Producción Mensual Mina	120.000 ton	240.000 Ton
Flota de Camiones	14 Volvo	08 MT - 65
Flota Cargadores	04 C.F. L180	03 Scoop ST - 18

Fuente: Minera Carola

Electrificación a Batería: Una Revolución Silenciosa



- Los cargadores y camiones consumen el 80% del combustible bajo tierra
- Eficiencia energética
 - 80% menos de energía en comparación con el diésel
 - 50% menos en comparación con el cable tradicional
- Libre de emisiones (costos de ventilación aprox 30% de total)
- Flexibilidad

Aplicación en Mediana Minería



- Equipo (ST 7B) en el Perú (Cerro de Pasco – 3,900 m.s.n.m.)
- Túnel de Integración El Porvenir – Atacocha (Nexa Resources)
- Tiempo de funcionamiento de la batería: 4 a 4.5 horas
- Cambio de batería: 10 a 15 minutos

Battery electric vehicles

2018 Epiroc battery fleet offering



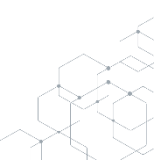
Boomer
MC2 Battery



Scooptram
ST7 Battery

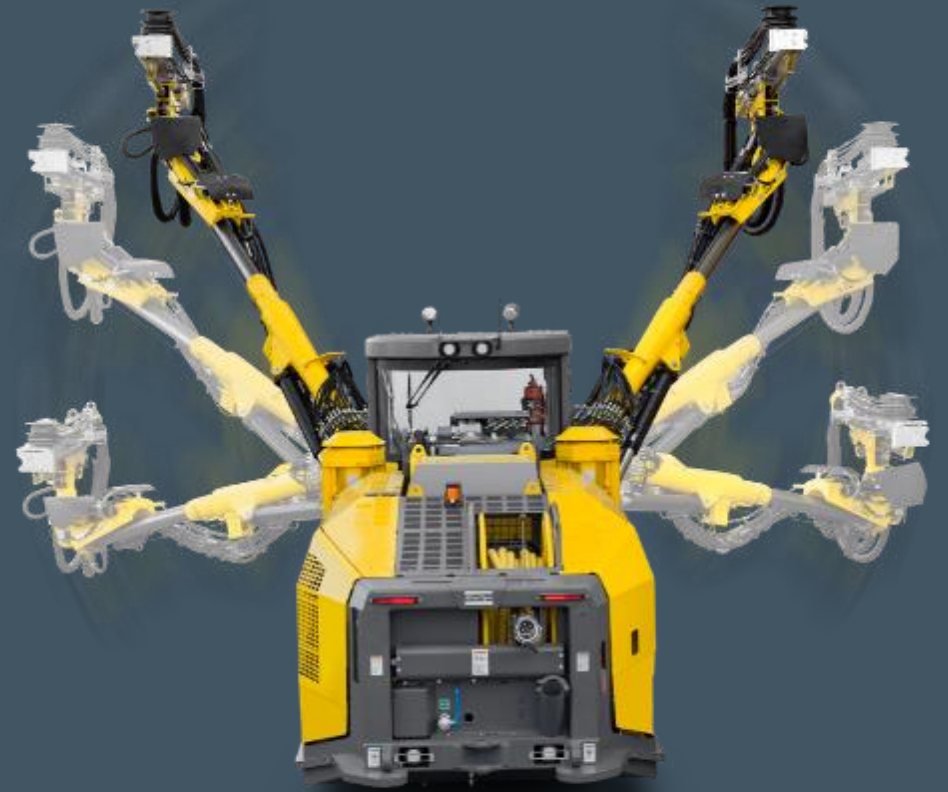


Minetruck
MT2010 Battery



Agenda

- Introducción
- Desarrollo Horizontal con P&T y Fortificación
- Carguio y Transporte
- **Excavación Mecanica de Rocas**
- Conclusiones



Nueva Generación de Mobile Miner's

Desarrollado en cooperación con empresas mineras desde 2009 para diferentes tipos de aplicaciones; desarrollo minero, vetas angostas y reef mining:

-MM 40V adquirido por Hecla Mining, Mina Lucky Friday, (Proyecto vetas angostas Ag en Idaho), Expectativa de avance 10 a 15m /dia.

Pruebas Industriales:

-MM 22H Mina Twickenham (RMDS, Anglo Platynium)-

-MM 55V Proyecto con Rio Tinto (Incl. Footprint version, Desarrollando un tunel en Suecia 2017)



Mobile Miner 22H vs D&B



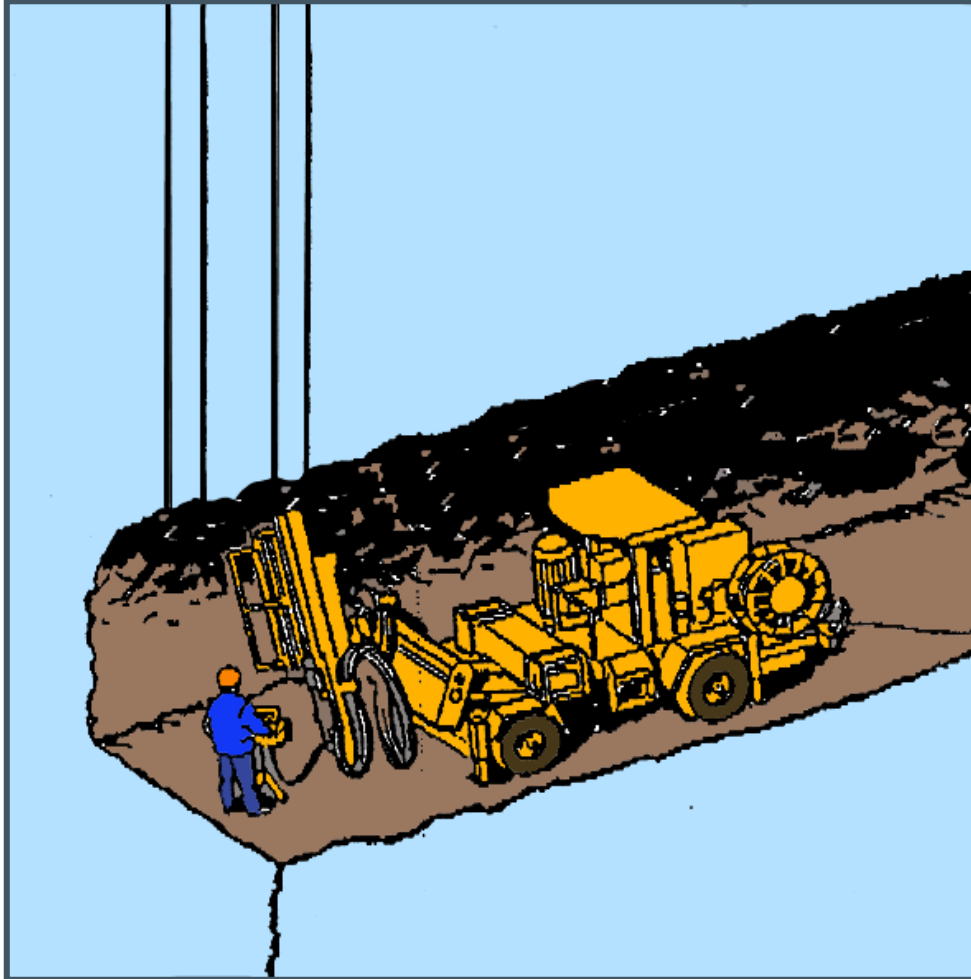
Tunnel by Reef Miner at
Atlas Copco test centre, Sweden



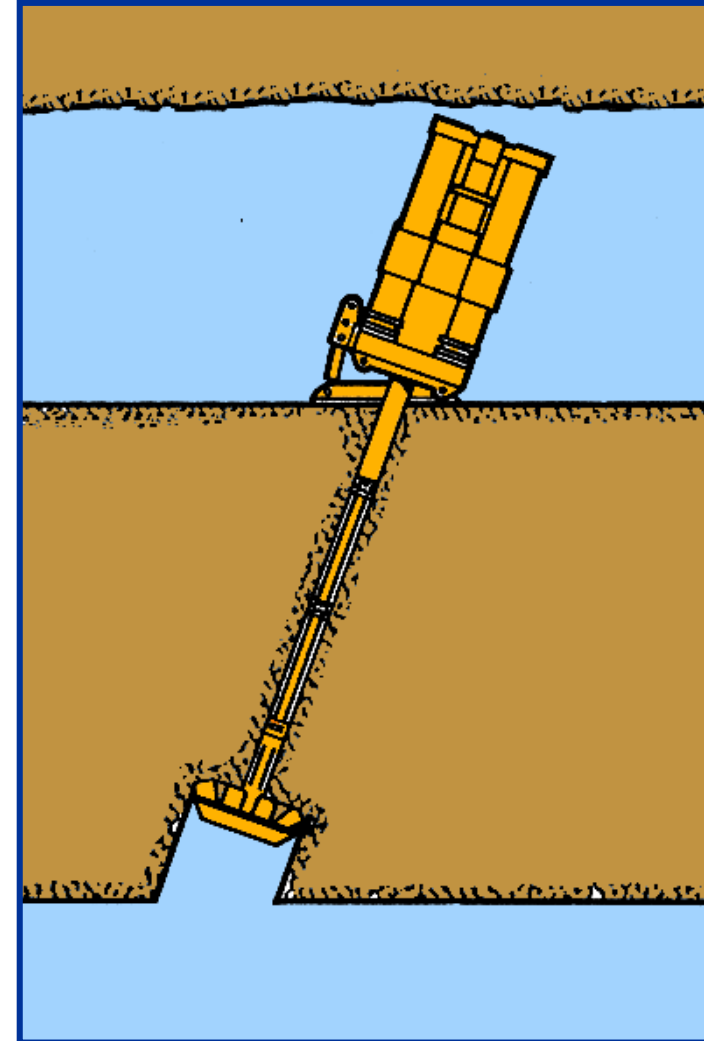
Tunnel by careful blasting at
Äspö Hard Rock Laboratory, Sweden

PRINCIPALES METODOS PARA DESARROLLO DE CHIMENEAS SISTEMAS BASICOS – CARA LIBRE

EJECUCION MEDIANTE
SISTEMA CONVENCIONAL
(PERFORACION Y TRONADURA)



EJECUCION MEDIANTE
CORTE MECANICO DE LA ROCA



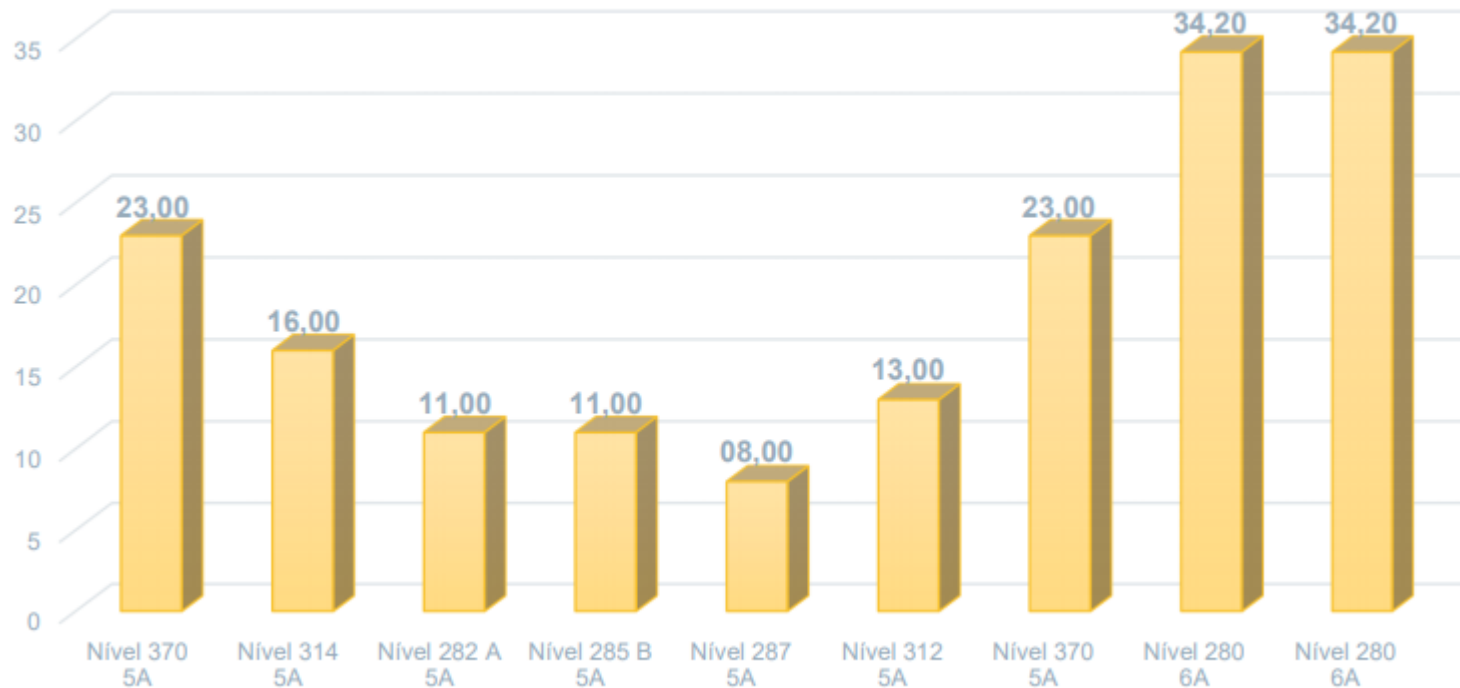
DESAROLLO DE CHIMENEAS – Box/Blindhole boring



Slot Opening - Resultados Obtenidos

Ferbasa (Brasil) – Raise Boring con Easer L

PROFUNDIDADE REAL (metros)



- Producción mina 3700tpd, dureza de mineral 90 – 140Mpa.
- Periodo de análisis: 20/11/2017 – 06/02/2018, **9 chimeneas en 2,5 meses.**
- Total metros perforados: 173,40 (116 horas de perforación)
- 1.5 metros perforados por hora de perforación

Conclusion Final

- El uso de equipos instrumentados está ganando apoyo en la industria minera a medida que sus beneficios están quedando en evidencia.
- La historia demuestra como el desarrollo tecnológico (de manual a mecanizado y de neumático a hidráulico) puede brindar mejor eficiencia y reducir costos. Así que ahora el desafío es, con el cambio a sistemas electrónicamente controlados que agregan niveles excepcionales en calidad, qué tan rápido las minas aprovecharán la ventaja total que les puede ofrecer.

TÍPICOS DESAFIOS DE MEDIANA MINERÍA, RESUMEN

- Longitud de perforación en galerías
- Acuñadura (seguridad, b. disponibilidad, autonomía)
- Fortificación (compromiso entre costos, rápidos y calidad de sostenimiento)
- Preparación de frente (candidad vs. nrº de personas)
- Desarrollo de chimeneas ascendentes
- Capacitación y entrenamiento (eqs. última generación)
- Automatización de perforación y monitoreo
- Aplicación de camiones mineros de bajo perfil
- Selección de aceros de perforación

MUCHAS GRACIAS!



Steve Jobs

"La innovación distingue
entre un líder y un seguidor"

Steve Jobs