



CENTRO DESARROLLO DE
GESTIÓN DE PROYECTOS TI
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA / USM



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

CASIM
CENTRO DE AUTOMATIZACIÓN Y SUPERVISIÓN
PARA LA INDUSTRIA MINERA

Capital humano y nuevas tecnologías para el sector minero

Jorge Pontt^(1,5), Juan Yianatos^(1,2), Luis Bergh^(1,2), Waldo Valderrama^(1,4), Manuel Olivares^(1,5), Fernando Rojas^(1,6), Hernán Robles^(1,5), Hernán Astudillo⁽³⁾, Sergio Murúa⁽³⁾, Lautaro Guerra⁽³⁾, Ricardo Venegas⁽⁴⁾, Patricio Cuadra^(4,6)

E-mail: jorge.pontt@usm.cl, Fono: +56-32-2654553

¹ Centro de Automatización y Supervisión para la Industria Minera (CASIM),
⁽²⁾ D.Procesos Químicos, ⁽³⁾ D.Informática, ⁽⁴⁾ D.Ing.Metalúrgica, ⁽⁵⁾ D.Electrónica, ⁽⁶⁾ D. Ing.
Mecánica, UTFSM, Universidad Técnica Federico Santa María
⁽⁶⁾ CODELCO Div. Andina

Av. España 1680, Valparaíso, Chile **Calama, 5-6 de Julio, 2012**

Contenido

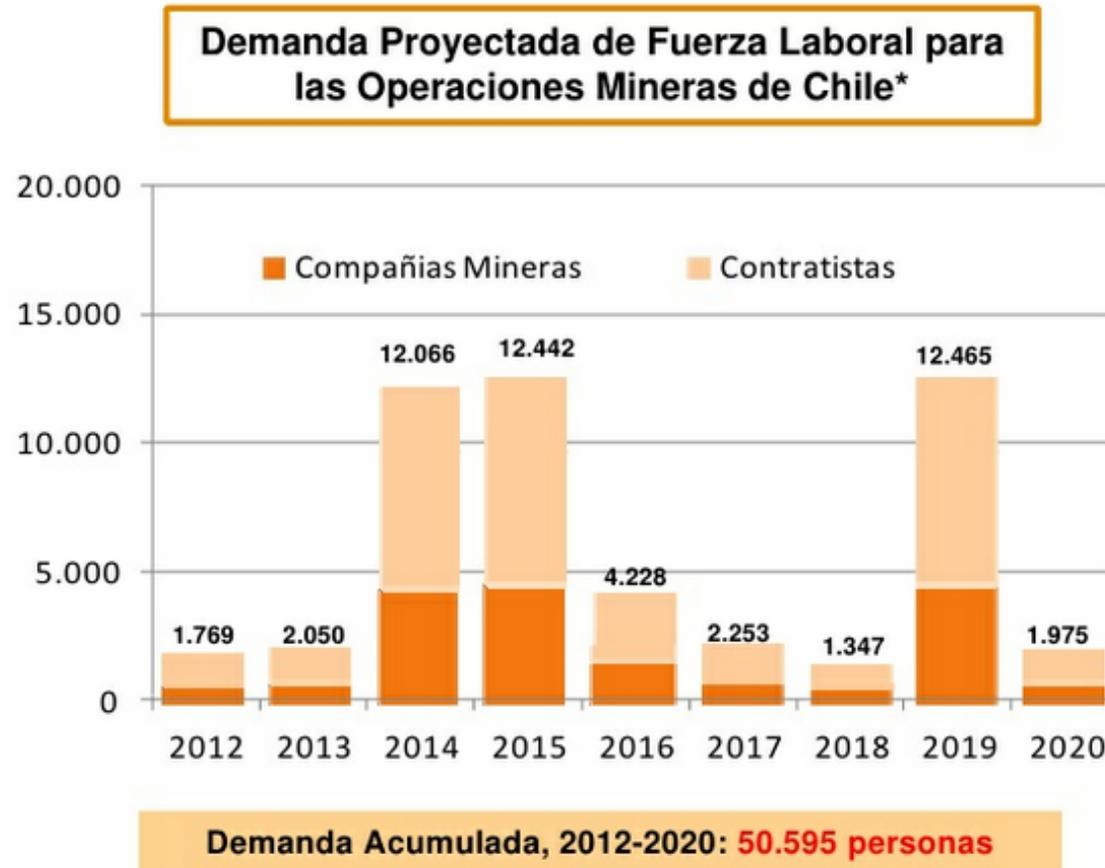
Presentación

- Recursos críticos en sector minero
- Desafíos del cluster minero
- Resumen

Referencias

- [1] Marco Orellana, Codelco Digital: Vision y Estrategia. 2009.
- [2] Innova Chile, Corfo, Omar Hernández A., Subdirector de Minería, Medioambiente e infraestructura, “Oportunidades para las TICs en el Cluster Minero”, presentación 28 de mayo, 2010.
- [3] FundaciónChile, Fuerza Laboral en la Gran Minería Chilena, Diagnóstico y Recomendaciones, 2011-2020, Nov. 2011. Fundaclon Chile, Mining Industry Skills Centre, Anglo American Chile, Antofagasta Minerals, BHP Billiton, Codelco, Collahuasi.
- [4] Recurso humano, recurso estratégico Rev N° 341, MCh., Nov. 2009.
- [5] Int’l Mineral Processing Conference IMPC’201, Brisbane, Australia, Sept., 2010.
- [6] MINERIA DEL FUTURO, Presentacion Ministro de Minería, Expomin, 2010
- [7] Diego Hernández, Desafíos y oportunidades de la Minería en América Latina, EXPOMIN 2012, Conferencia Inaugural, 9 de abril, 2012.

Escasez de Recursos Humanos



Fuente: Fuerza Laboral en la Gran Minería Chilena, Diagnóstico y Recomendaciones, 2011-2020, Fundación Chile.

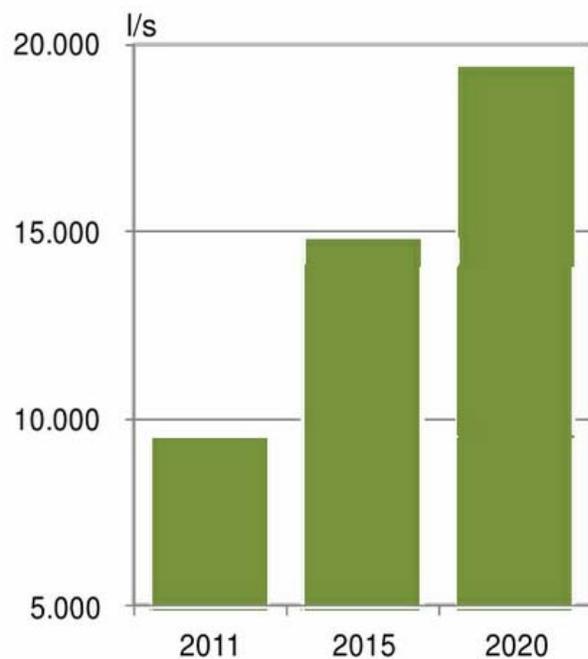
*: **Considera los proyectos de la gran minería que actualmente se encuentran en factibilidad.**

** Staff: Jefes, supervisores y administrativos; profesionales de ejecución: topógrafos, alarifes, proyectistas y dibujantes, personal de programación y control; mantenedores: soldadores, mecánicos, eléctricos, personal de piping, instrumentistas, entre otros; personal de construcción: maestros, capataces, concreteros y montajistas estructurales, entre otros.

Ref.: Diego Hernández, Desafíos y oportunidades de la Minería en América Latina, EXPOMIN 2012, Conferencia Inaugural, 9 de abril, 2012

La Escasez de Recursos Hídricos

Estimación del Consumo de Agua Fresca en la Gran Minería del Cobre y Oro, I a IV Región de Chile



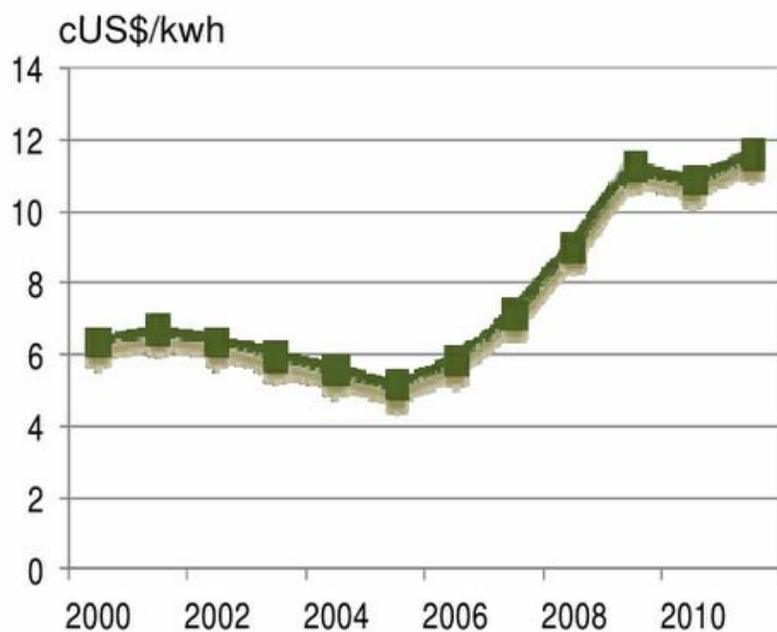
Principales Proyectos y Plantas Desalinizadoras de Agua de la Minería del Cobre

Nombre Planta Desalinizadora	Proyecto minero o empresa asociada	Región	Inversión (millones US\$)	Capacidad Planta (l/s)	Estado
El Coloso	Minera Escondida	II	200	525	En operación
El Coloso Ampliación	Minera Escondida	II	3.500	3.200	En Estudio
Radomiro Tomic	Codeco	II	s/i	1.470 a 1.630	En Estudio
El Morro	Proyecto El Morro	III	900	740	En Estudio
Candelaria	Minera Candelaria	III	300	300 a 500	En Estudio
Manto Verde	Proyecto Manto Verde	III	100	120	En Estudio

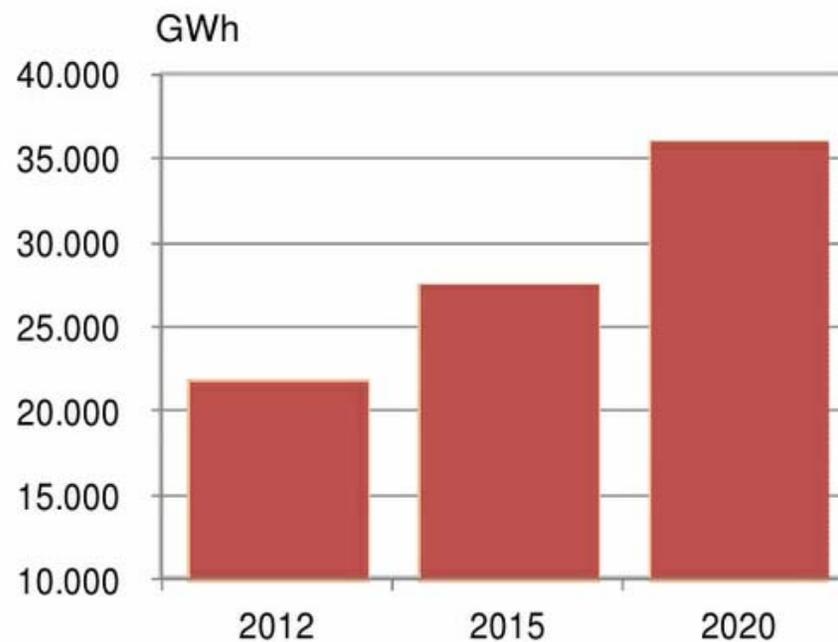
Fuente: Valores estimados a partir de Codeco, Brook Hunt, e información de las empresas.

Escasez y costo de la Energía Eléctrica

Costo de la Energía Eléctrica de Codelco



Proyección del Consumo de Energía Eléctrica para la Minería del Cobre de Chile



Fuente: Codelco y Cochilco. El consumo del resto de la minería chilena incluye sólo proyectos mineros más probables. **No incluye consumo asociado a energía de plantas desalinizadoras.**

El Aporte de los Proveedores

Codelco: Programa de Desarrollo de Proveedores de Clase Mundial

Construir una base de **proveedores con capacidades de innovación tecnológica y conocimiento**

Fortalecer el **cluster minero**

Incrementar las **exportaciones de bienes y servicios mineros**



Mejorar nuestra **competitividad**

Contribuir al **crecimiento y desarrollo del país**

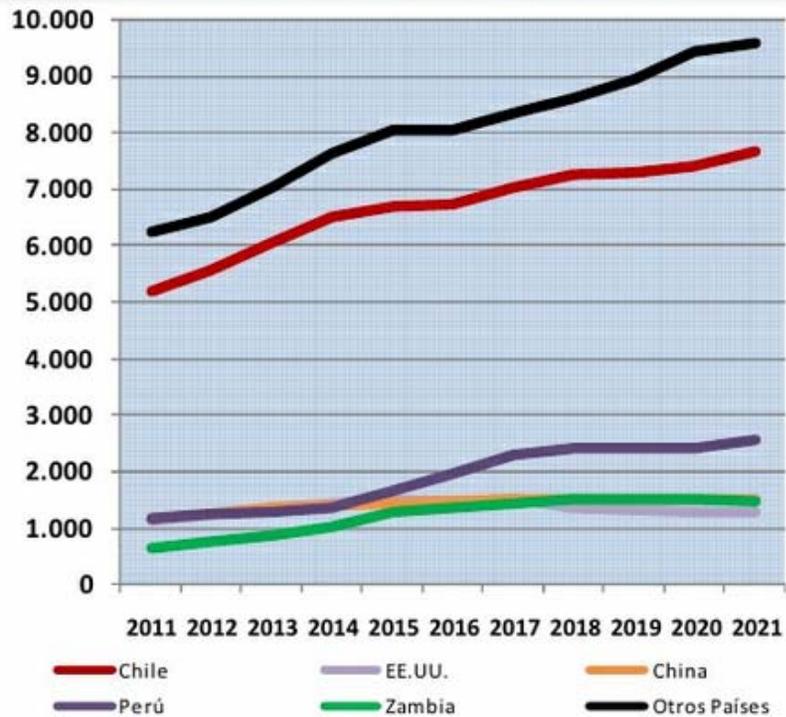
Objetivo

Resolver problemas específicos en nuestras operaciones y proyectos, en conjunto con proveedores con ambiciones y potencial de transformarse en compañías de "clase mundial", incluyendo universidades y centros tecnológicos, cuyas soluciones proporcionan un significativo valor al negocio de Codelco.

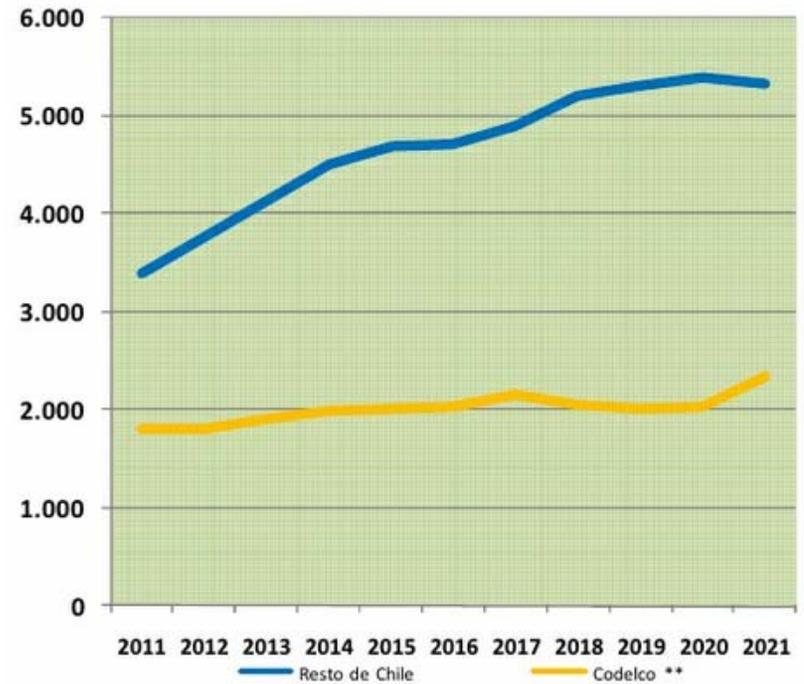
Objetivo: más de 250 Proveedores de Clase Mundial en 2020

Producción de cobre proyectada

Producción de Mina por País



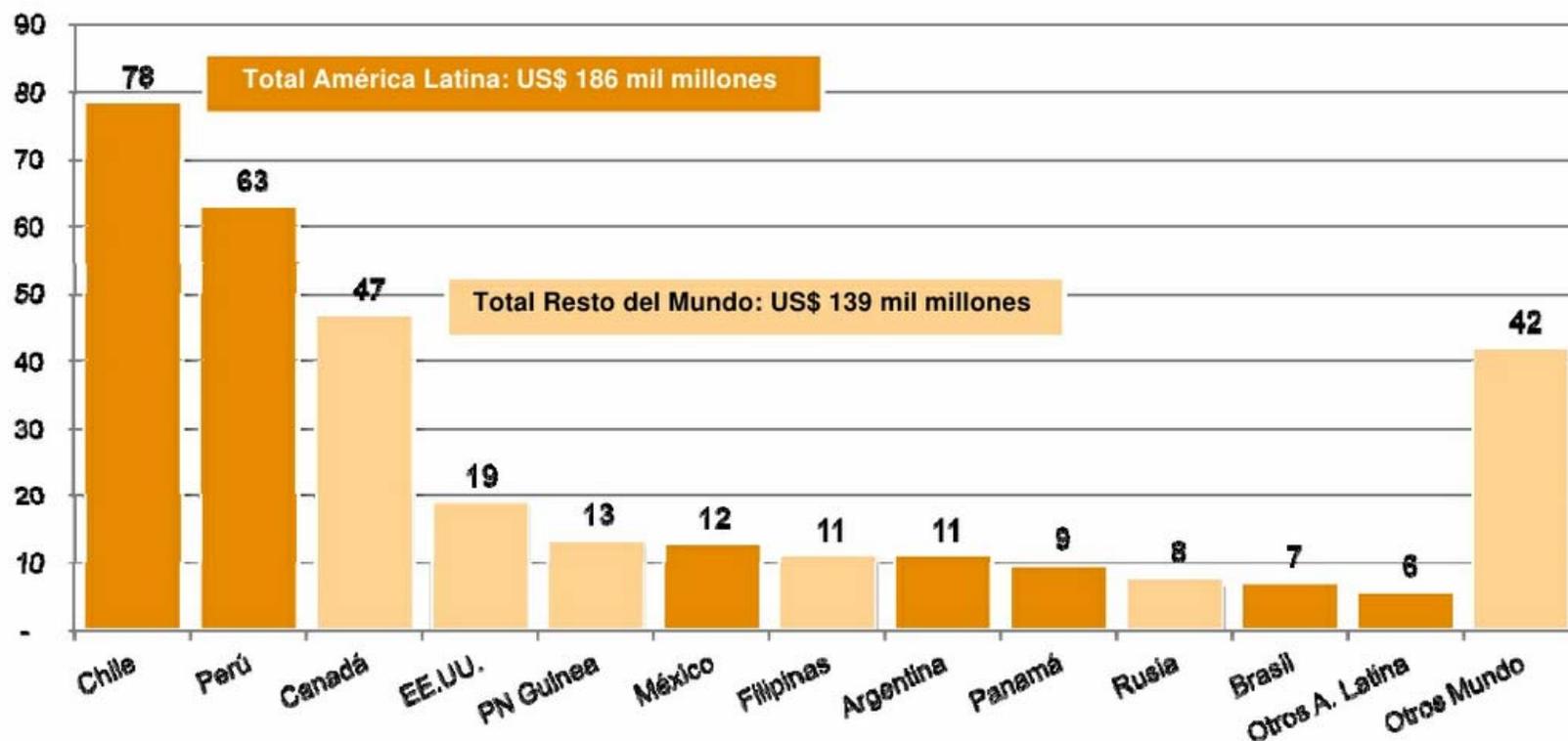
Producción de Chile



Inversión Mundial Estimada en Proyectos de Cobre*

Período 2012-2021, miles de millones de US\$, moneda 2012

TOTAL MUNDIAL: US\$ 325 mil millones



Fuente: Brook Hunt (Marzo 2012) y Codelco.

Nota: (*) Considera el CAPEX de la cartera de proyectos en construcción, altamente probables, probables y posibles (expansión).

Proyección de la Producción de Cobre de Mina por Procesos*

Miles de tmf



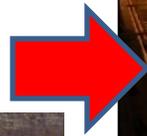
- Al 2021, los concentrados aumentarán su participación en el total a más de un 80%.

Fuente: Codelco. (*): Producción antes de ajustes por imprevistos.

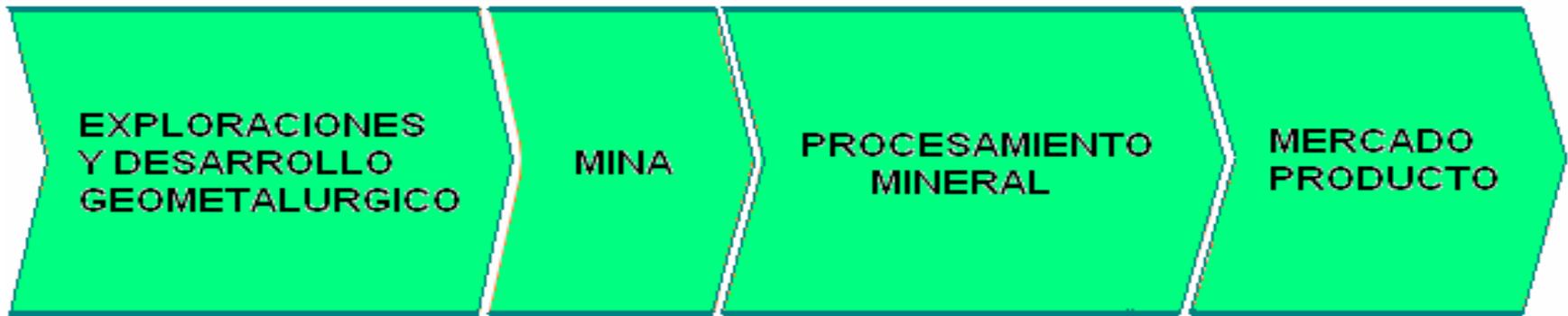
Cadena del Valor del negocio minero



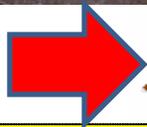
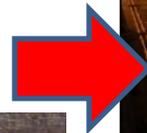
Mina-Concentradora



Cadena del Valor del negocio minero



Mina-Concentradora

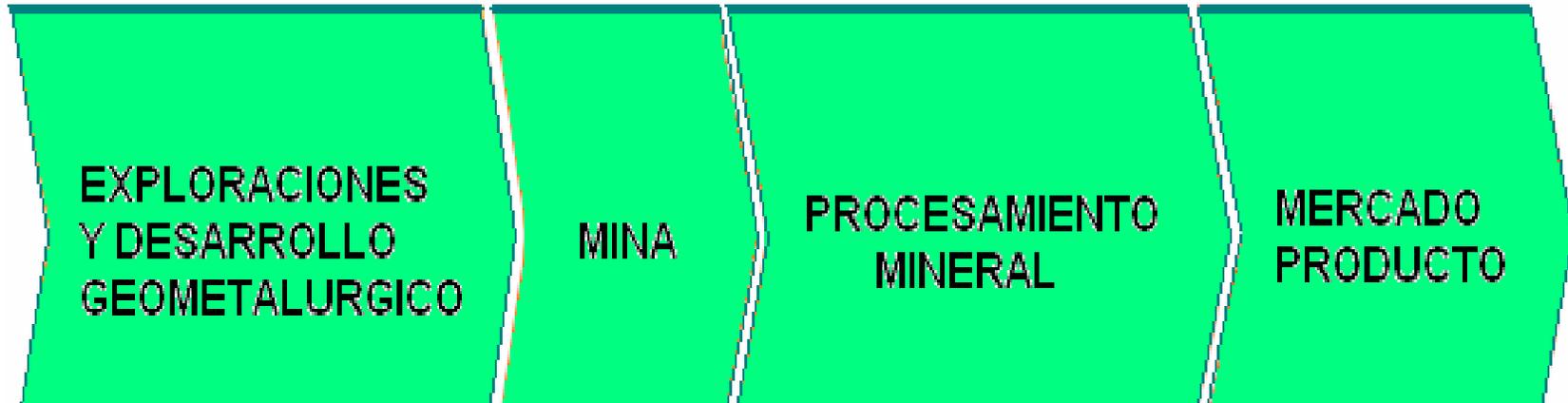


Mina - LIX-SX-EW

Pilas

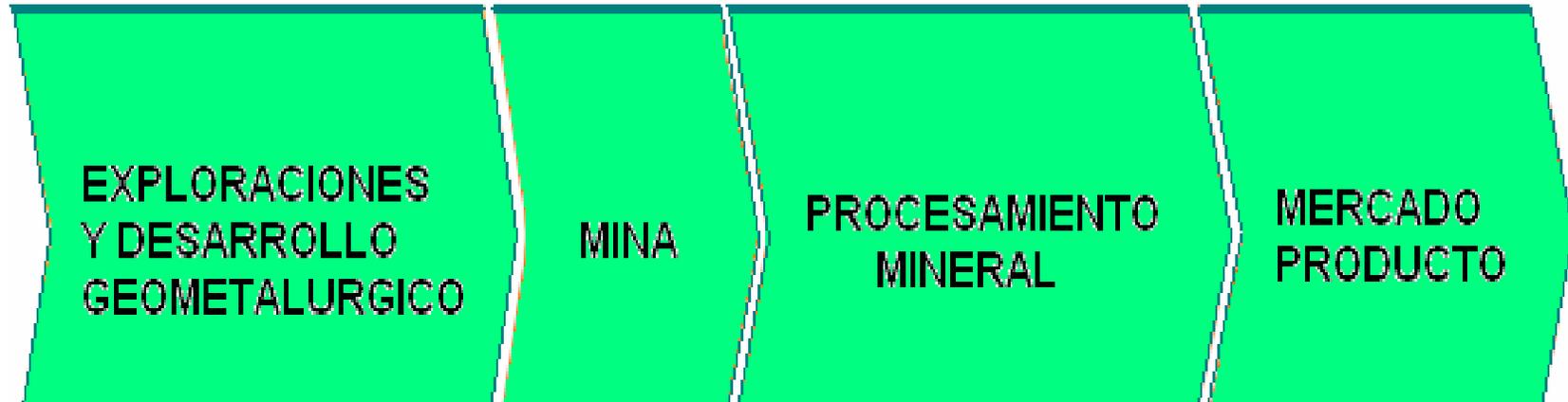


Cadena del Valor del negocio minero



Requiere sistema inteligente, detección, medición, monitoreo, control, diagnóstico, (Automatización local/remota)

Cadena del Valor del negocio minero

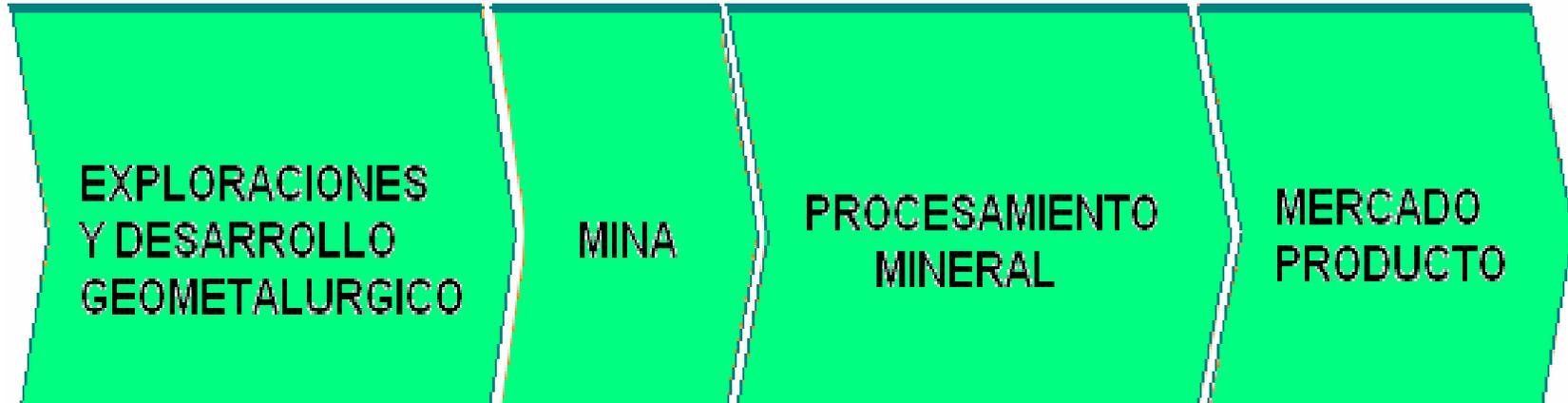


Requiere sistema inteligente, detección, medición, monitoreo, control, diagnóstico, (Automatización local/remota)

Se requiere:

- Calidad de procesos
- Integración de procesos

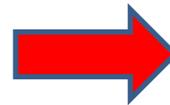
Cadena del Valor del negocio minero



Requiere sistema inteligente, detección, medición, monitoreo, control, diagnóstico, (Automatización local/remota)

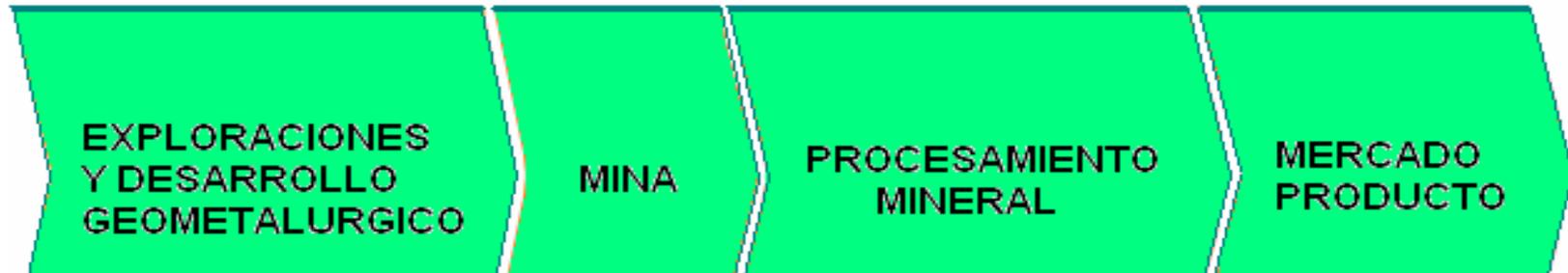
Se requiere:

- Calidad de procesos
- Integración de procesos



- Capital humano
- Conocimiento
- Tecnología
- Innovación

Cadena del Valor del negocio minero



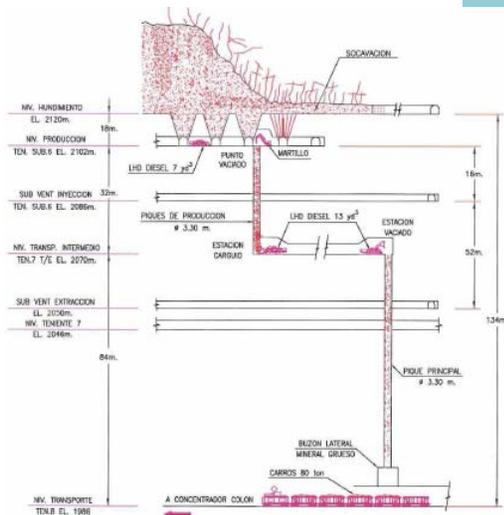
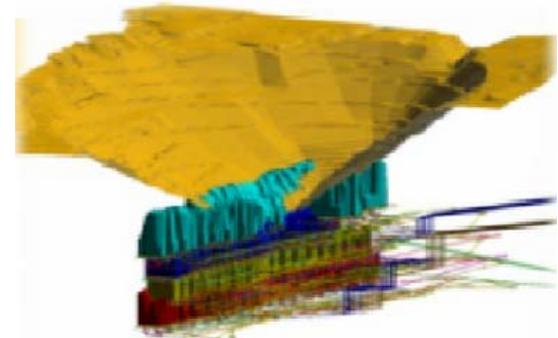
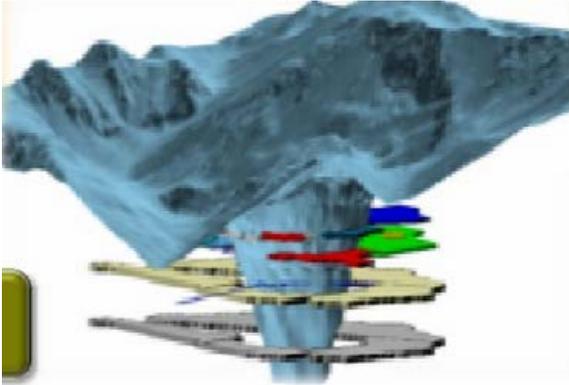
Requiere sistema inteligente, detección, medición, monitoreo, control, diagnóstico, (Automatización local/remota)

- Capital humano
- Conocimiento
- Tecnología
- Innovación

Ejes de desarrollo

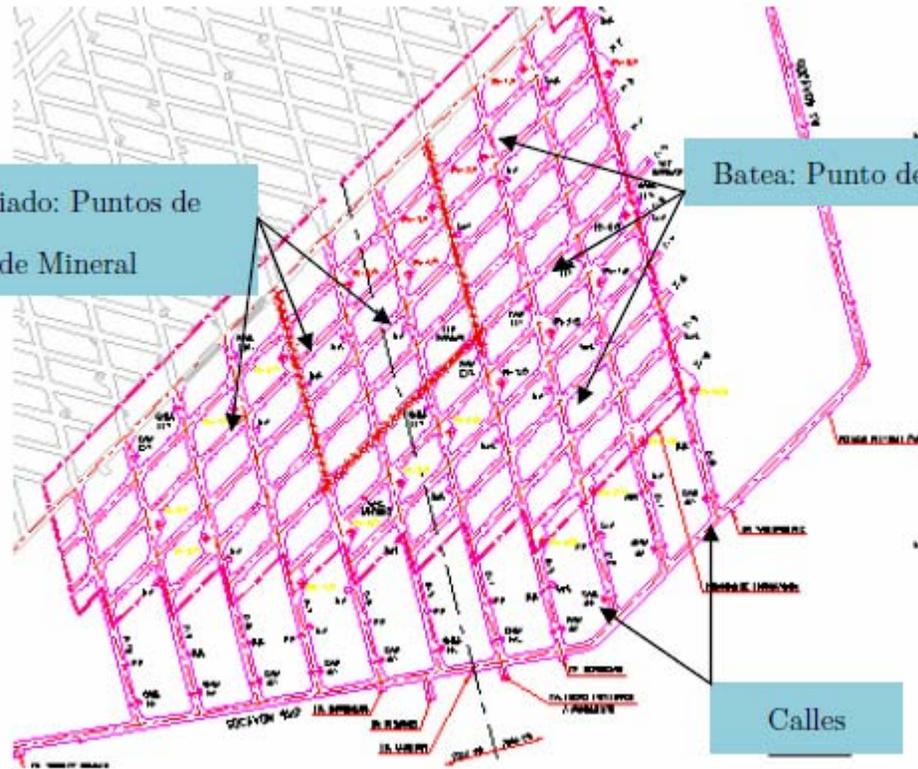
- Negocio Minero
- Gestión de Proyectos
- Tecnologías
Automatización
- Modelado de procesos
- Gestión del cambio

Planificación Mina. Ej. Explotación mina subterránea



Puntos de Vaciado: Puntos de Descarga de Mineral

Batea: Punto de Carga de Mineral



Calles

Planificación Mina. Ej. Explotación mina rajo abierto



Planificación Mina. Ej. Explotación mina rajo abierto



Transporte de mineral

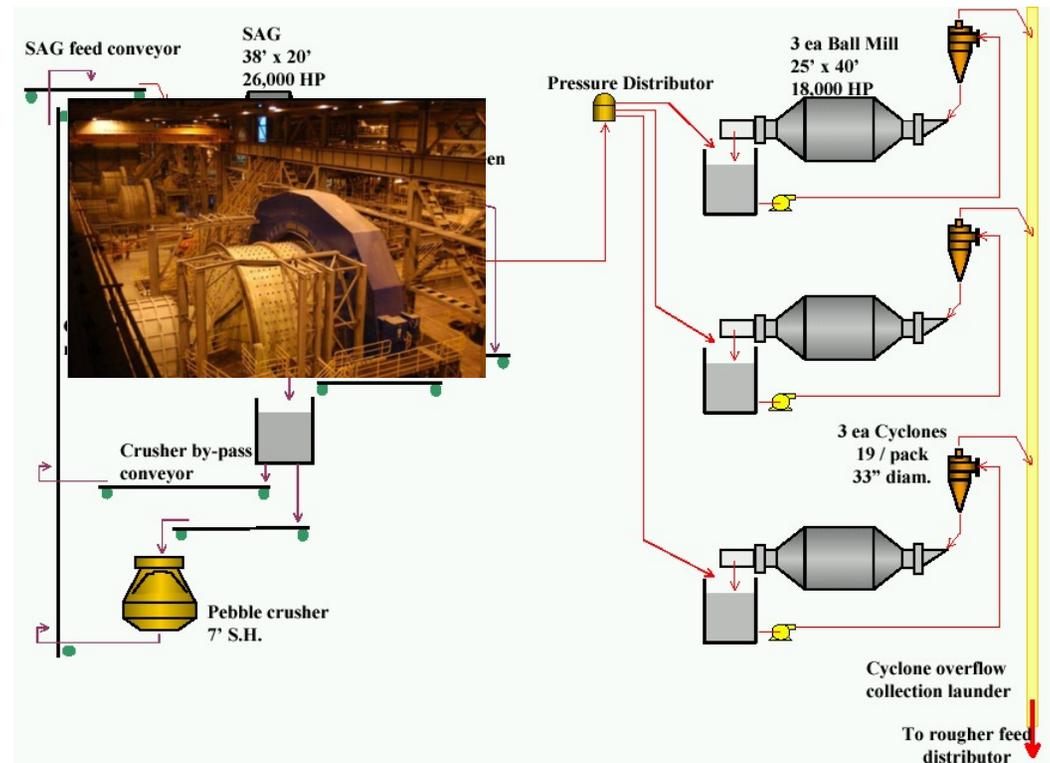
CASIM
CENTRO DE AUTOMATIZACIÓN Y SUPERVISIÓN
PARA LA INDUSTRIA MINERA

- Tópicos
- Gestión de flotas
- Gestión de Confiabilidad
- Autonomía de conducción
- Reducción de emisiones



Plantas concentradoras-Molienda

- Sistemas, circuitos, equipos. Confiabilidad, disponibilidad, desempeño.
- Gestión de procesos y optimización
- Eficiencia uso energía y agua
- Gestión de revestimiento
- Gestión medios de molienda



Tópicos procesos de Flotación

- Configuraciones y circuitos
- Diagnóstico y mejoras de desempeño
- Gestión de Optimización

EQUIPOS DE GRAN TAMAÑO

250 m³

130 m³

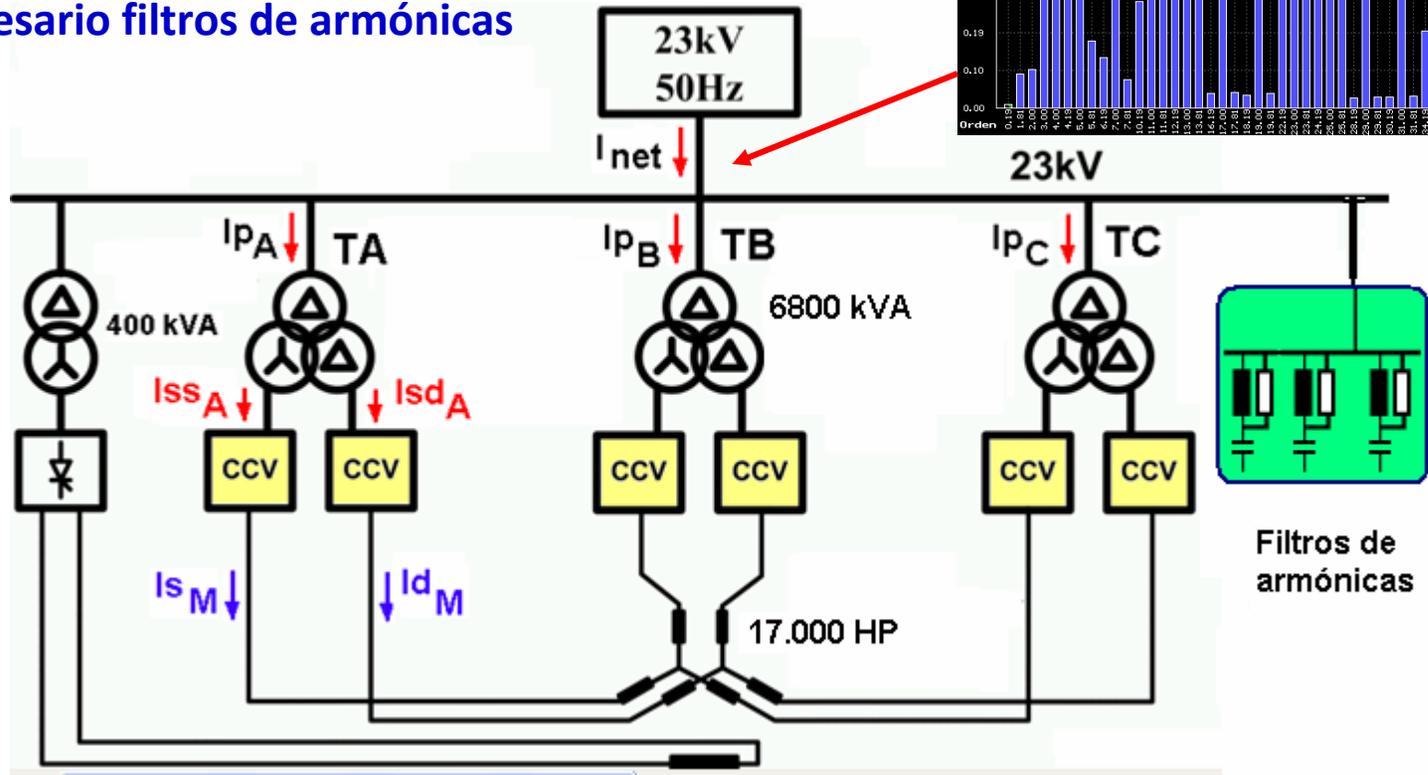
300 m³

100 m³



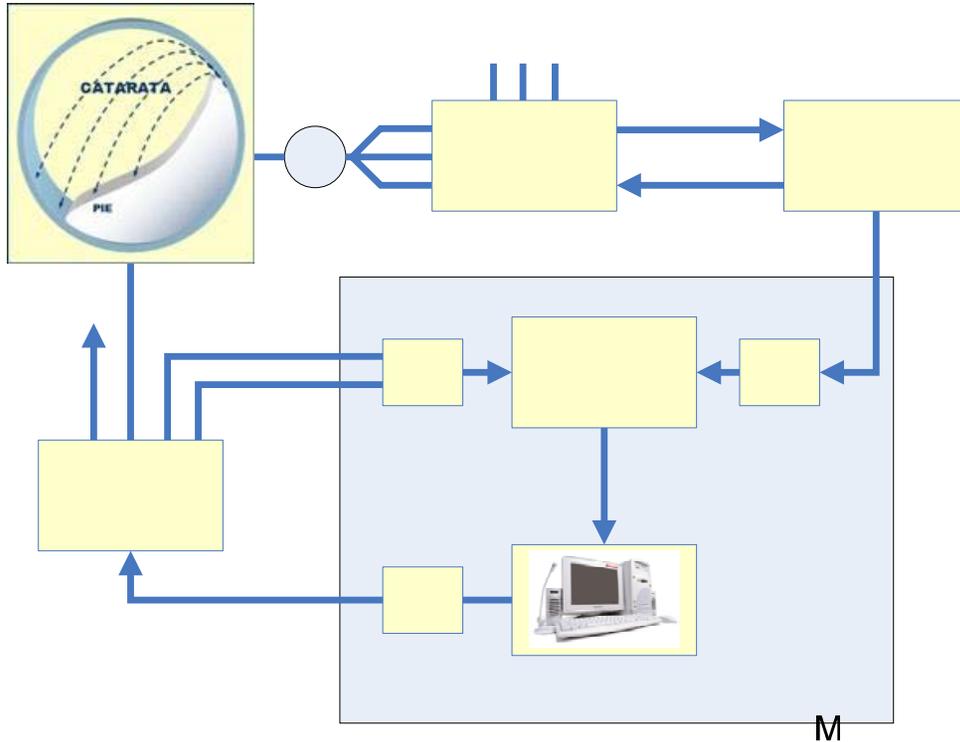
Aspectos eléctricos, Ej.: Molino GMD

- Cicloconversor alimenta al motor con frecuencia variable
- inyecta armónicas a la red
- Es necesario filtros de armónicas



Para el control de llenado y eficiencia

■ Monsag System



It gives an estimation of the internal load filling of the grinding mill
Motor

Mejor producción y energía específica, ca. 3%

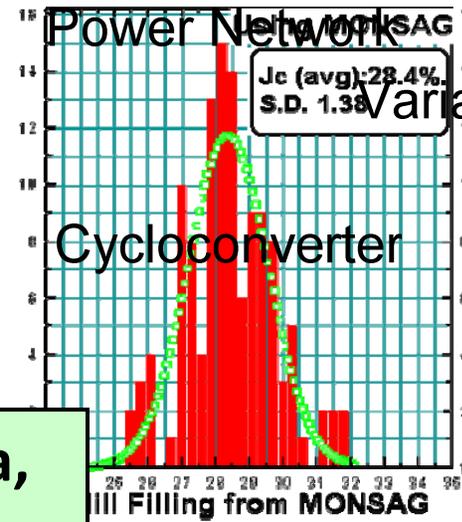
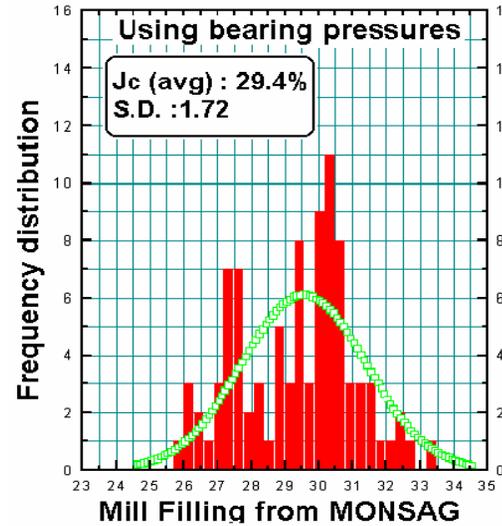
Proceso

Variables de Control

IA

Adquisición Datos

IA

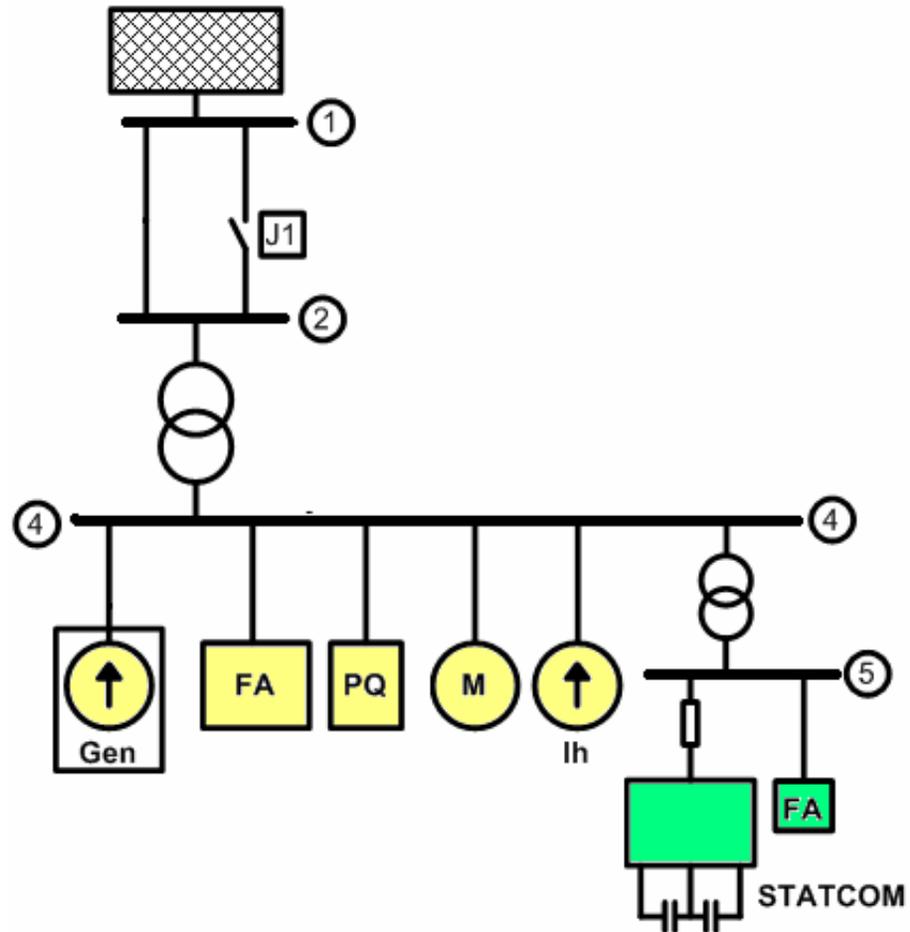


Monsag (Pat. Pend)

Variables Eléctricas

C
Ve

Diagnóstico y mejoramiento de Sistemas Eléctricos de Potencia con "smart grids" usando compensadores dinámicos



Gestión de activos. Detección temprana de fallas y gestión de pérdidas

Problemas con manifestaciones de tipo mecánico

Gestión de contingencias



Fuente: National Instruments

Piezas quebradas de estator y rotor GMD's [Intl Conference SAG'06].

Competencias que se deben potenciar

- Analizar los principales procesos mineros y las tecnologías que los soportan.
- Comprender el modelamiento de procesos en plantas mineras
- Aplicar técnicas y herramientas para la incorporación de tecnologías y automatización a los procesos.
- Conocer las mejores prácticas de la gestión de proyectos TI en el ámbito de la Minería

Propuesta

Diploma en nuevas tecnologías en el sector minero

Se espera potenciar la formación de capital humano en:

- **Negocio Minero y a las Tecnologías que lo apoyan**
- **Gestión de Proyectos Tecnológicos en Minería**
- **Tecnologías y Automatización en Minería**
- **Modelamiento y Simulación de Procesos Productivos, e Inteligencia de Negocios**
- **Gestión del Cambio**
- **Innovación TICA para la Minería**

Propuesta: Diploma en nuevas tecnologías en el sector minero

Para los desafíos y oportunidades en el sector minero, este Diploma espera potenciar la formación de capital humano en 6 ejes:

- **Negocio Minero y a las Tecnologías que lo apoyan**
- **Gestión de Proyectos Tecnológicos en Minería**
- **Tecnologías y Automatización en Minería**
- **Modelamiento y Simulación de Procesos Productivos, e Inteligencia de Negocios**
- **Gestión del Cambio**
- **Innovación TICA para la Minería**



Departamento de Electrónica
Universidad Técnica Federico Santa María



**Núcleo Milenio de Electrónica Industrial,
Mecatrónica y Control de Procesos**



**Centro de Automatización y Supervisión
para la Industria Minera**



Muchas Gracias!

jorge.pontt@usm.cl