

# 6° SAT CALAMA – 6° Seminario de Acercamiento Tecnológico

## Tendencias en Minería

Aspectos destacados en el futuro de la automatización en la industria minera

accenture

*High performance. Delivered.*

Calama, Julio 2012



# Agenda

---

Horizontes del Negocio Minero

Modelos Mineros

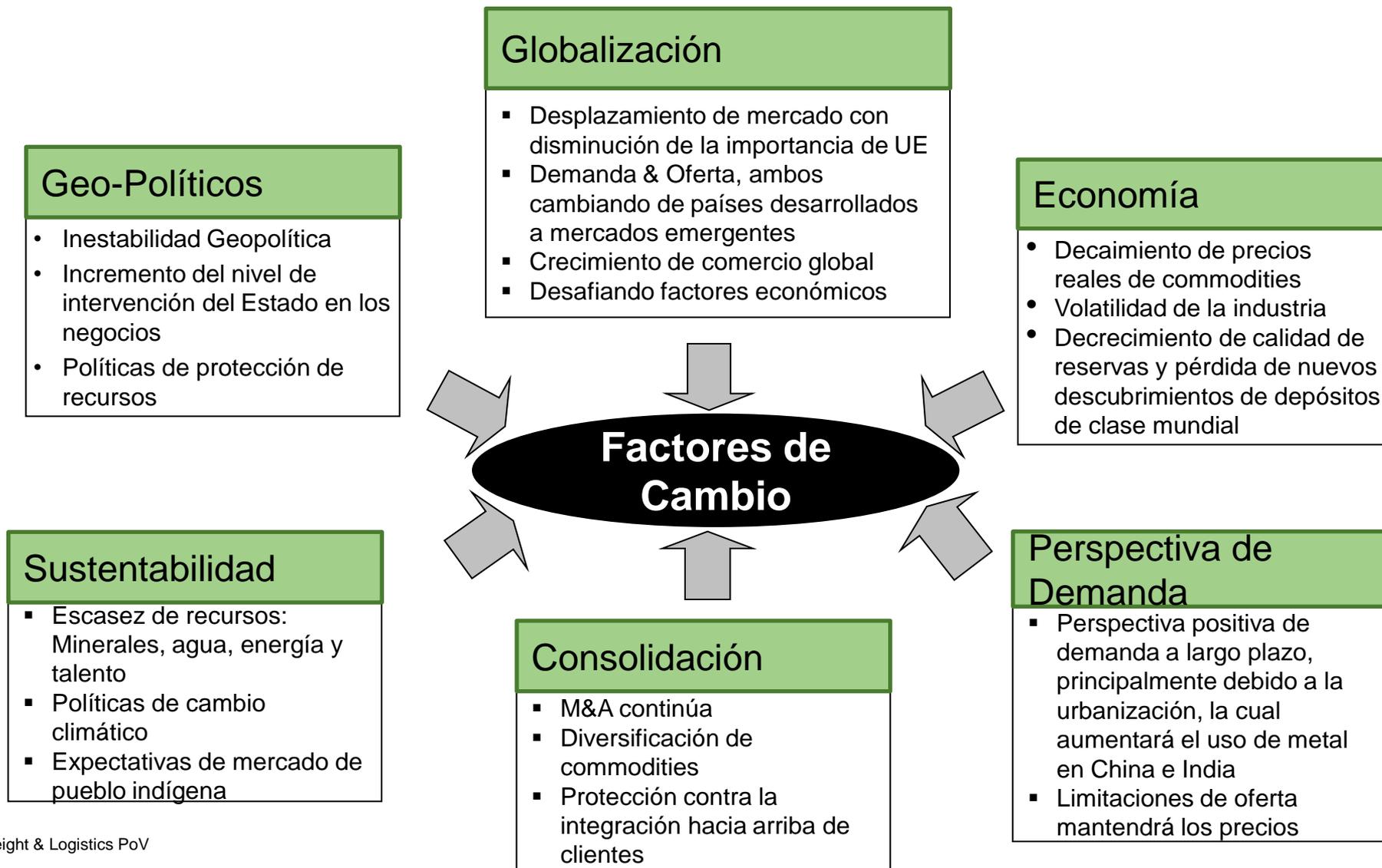
Integración de la Información & Análisis de Datos

Tecnologías

Gestión de Activos

Seguridad & Protección

# Se espera que unos cuantos factores tengan un impacto significativo en el desempeño minero, estructura de la industria y, a su vez, en los modelos del negocio.



# Existe un poderoso cambio aparente en la industria minera: El surgimiento de grandes mineras de países en desarrollo bajo el apoyo del Estado



## Las fuerzas motrices que permiten la aparición de jugadores de países en desarrollo

- Países en desarrollo tienen máximo control de los recursos
- Liberación de mercado: Rusia, India etc.
- Acceso privilegiado a compañías locales
- Agenda nacional para asegurar los recursos: China



# También existen asuntos específicos y únicos a cada región



## Agenda Regional de la Industria



# La industria minera enfrenta varios problemas de sustentabilidad



## Seguridad

- Camino a Cero Daño
- Detener fatalidades
- Reducir LTI's (Horas perdidas por lesiones)



## Cambio Climático

- Eficiencia Energética
- Suministro de Energía
- Adaptación
- Captura de carbón y almacenaje



## Salud

- VIH SIDA
- Malaria and Tuberculosis
- Desórdenes Musculo esqueléticos



## Agua

- Acceso al agua
- Extracción de agua y uso local
- Eliminación de aguas contaminadas



## Gestión de Biodiversidad y Hábitat

- Protección de hábitat
- Remediación de tierras
- Recuperación de hábitat natural



## Desechos

- Minimización de desechos
- Reciclaje de desechos y reutilización
- Procesamiento de desechos

Existen algunos asuntos de sustentabilidad que pueden ser significativos para una compañía minera a través de su cadena de valor



# El Futuro de la Minería

Seis Factores lo Definen



Las compañías mineras alrededor del mundo ven sus mercados, clientes y operaciones equilibrado por una serie de cambios estructurales extraordinarios, cada uno más desafiante que el otro.

1. El auge de los mercados emergentes y su creciente apetito por recursos
2. Creciente competencia por recursos minerales y riesgos asociados con la extracción
3. Creciente foco en la conciencia sustentable y ambiental
4. Escaso talento gerencial y técnico
5. Costos operacionales cada vez mayores
6. Incremento de liquidez de mercado y volatilidad de los precios

El aumento de la escasez de talento es fácil el desafío más importante que deben enfrentar los líderes

*Nuestro pool de talentos de recursos humanos puede no ser adecuado para apoyar nuestro crecimiento.*

BHP Billiton. Reporte anual, 2010

*Reconocemos que, dado el ambicioso plan de crecimiento, nuestro desafío de reclutamiento será substancial.*

Rio Tinto. Reporte anual, 2010

*Atraer y retener empleados talentosos y hábiles en los mercados de trabajo especializados se ha vuelto altamente competitivo competitivo, tal como el sector ha salido de la recesión económica.*

Anglo American. Reporte anual, 2010

Para aprovechar los nuevos jugadores, nuevos riegos, nuevos procesos, culturas y múltiples locaciones, las compañías mineras requerirás el mejor y más brillante talento que nunca

# Uso de Colaboración y nuevos procesos para atraer y reclutar diverso talento



## Incrementando el Pool de Talento



### Tecnologías de Colaboración

La próxima generación de portales de trabajo, diseñados para conectar, trabajar en equipo, compartir conocimiento y aprendizaje han sido creados para promover la eficiencia, creatividad e innovación.



### Integración de la Información

El uso de los sistemas de gestión de información integrada es un método efectivo para simplificar y estandarizar los procesos del negocio e incrementar la cohesión a través del lenguaje común que une los distintos sitios de la mina en un todo.



### Operaciones Remotas

Los empleados trabajando físicamente en la misma locación, responsables por actividades en múltiples sitios, deberán reunir entre todos el profesionalismo, promover el compartimiento de conocimiento y acelerar el desarrollo de habilidades.



### Sustentabilidad y Desarrollo de Habilidades

Foco continuo en el aprovechamiento de las capacidades existentes y desarrollo de habilidades para tecnologías emergentes dentro de la empresa, será una ventaja competitiva.



### Captando Trabajadores Tempranamente

Asociándose con instituciones educacionales es una forma ideal para usar la colaboración en la minería y desarrollar talento. También como construcción de planes de sucesión de talentos

# La industria minera mundial de hoy es apenas reconocible desde hace algunas décadas atrás.



<b>Estructura de la Industria</b>	<b>Fragmentado</b>	<b>Comienzo Consolidación Regional</b>	<b>Consolidación Global; Aparición de participantes diversificados</b>
<b>Desarrollo Clave</b>	<b>Nacionalización; Globalización de Cliente</b>	<b>Quiebras Bancarias; Colapso de CIS, Privatización</b>	<b>China; Participantes de países emergentes</b>
<b>Desafíos</b>	<b>Nuevas tecnologías; Requerimientos de Clientes</b>	<b>Exceso de Capacidad; Volatilidad de Mercado</b>	<b>Complejidad Organizacional; Supply Chain Global</b>
<b>Crecimiento de Mercado</b>	<b>Moderado</b>	<b>Lento</b>	<b>Impulsado por alta demanda; Oferta limitada</b>
<b>Rentabilidad</b>	<b>Errático; Disminuyendo</b>	<b>Débil</b>	<b>Mayor retorno a accionistas</b>
<b>Sistemas de Información</b>	<b>Personalizado</b>	<b>Legacy; el mejor de su tipo; comienzo de ERP</b>	<b>ERP: Todos los procesos Core; Herramientas avanzadas de SCM</b>

# Las compañías mineras tendrán que perder sus modelos de negocio rígidos para convertirse en empresas a punto de explotar las oportunidades futuras



## Temas claves para “La industria minera del futuro”

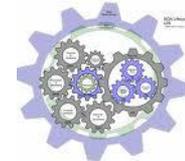
- Metales siguen siendo base para el crecimiento (Urbanización)
- China controla las compañías mineras más grandes
- Nuevas tecnologías hacen útil minerales de bajo grado
- Sustentabilidad
- Minería extrema permitida por la automatización

## Factores para minería exitosa en el futuro



✓ Modelo de Negocio

✓ Modelo de Gobernabilidad



✓ Colaboraciones

✓ Gestión de Activos



✓ Integración de Información

# Posición de Liderazgo Minero



Operaciones mineras demandan soluciones innovadoras por si mismas

- Super ciclo de commodity
- Sitio remoto
- Entrenamiento mano de obra
- Estructura logística
- Utilidades y comunicaciones
- Nuevas regulaciones
- Costos energéticos

Jugadores importantes definen sus propias estrategias

- Sistema sin conductor de Komatsu Rio
- Esfuerzos de Tinto Pilbara
- Renovación CAT MineStar
- Piloto de Codelco El Teniente
- Diversificación de commodities de VALE's
- Globalización de Votorantim
- Integración horizontal de empresas siderúrgicas

Tecnologías innovadoras y otras tendencias de la industria influncian la minería

- Temas de sustentabilidad, biocombustibles y cero CO2
- GPS, Wireless & tecnología Web
- Responsabilidad social
- 3D
- Cloud Computing

M  
I  
N  
E  
R  
Í  
A  
  
D  
E  
L  
  
F  
U  
T  
U  
R  
O

# Agenda

---

Horizontes del Negocio Minero

Modelos Mineros

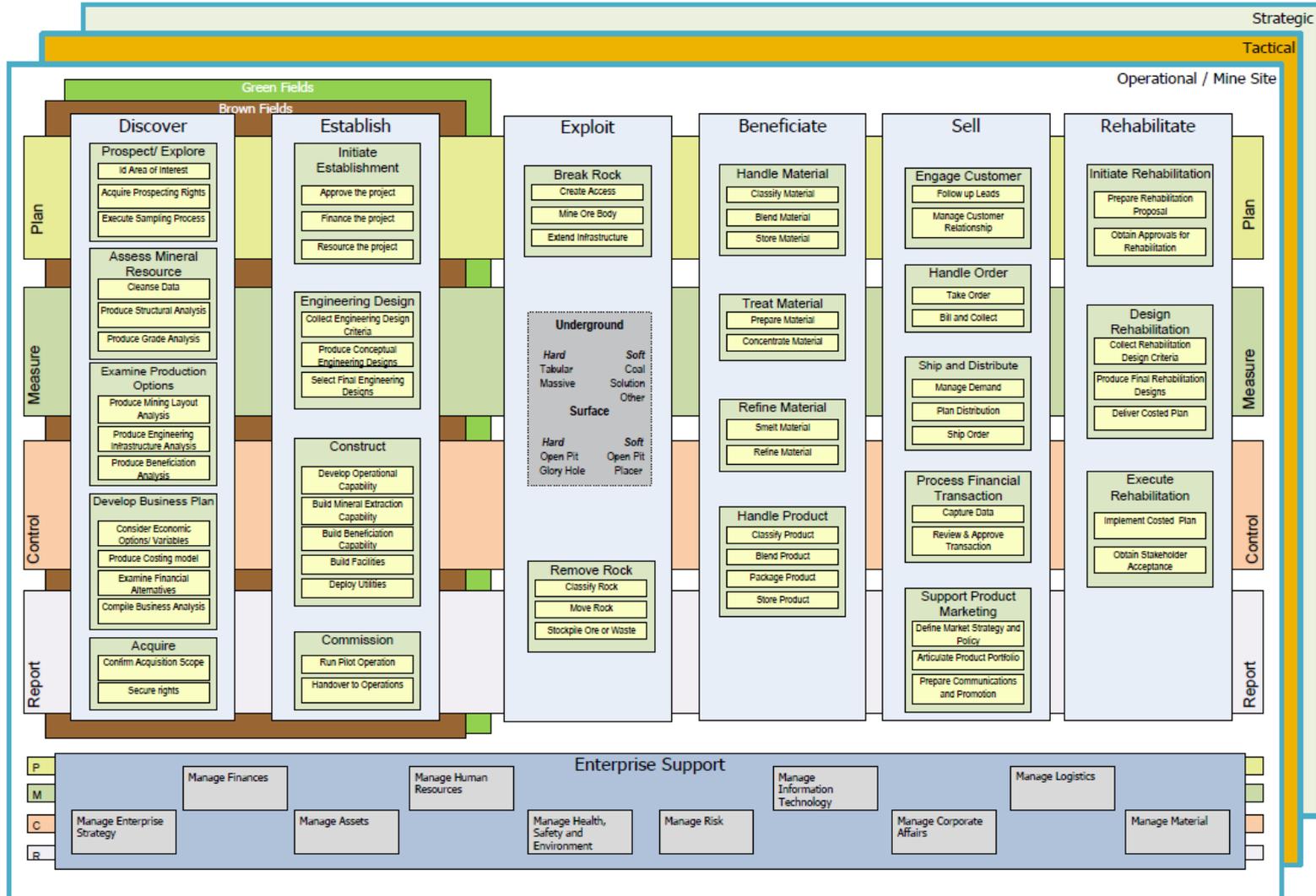
Integración de la Información & Análisis de Datos

Tecnologías

Gestión de Activos

Seguridad & Protección

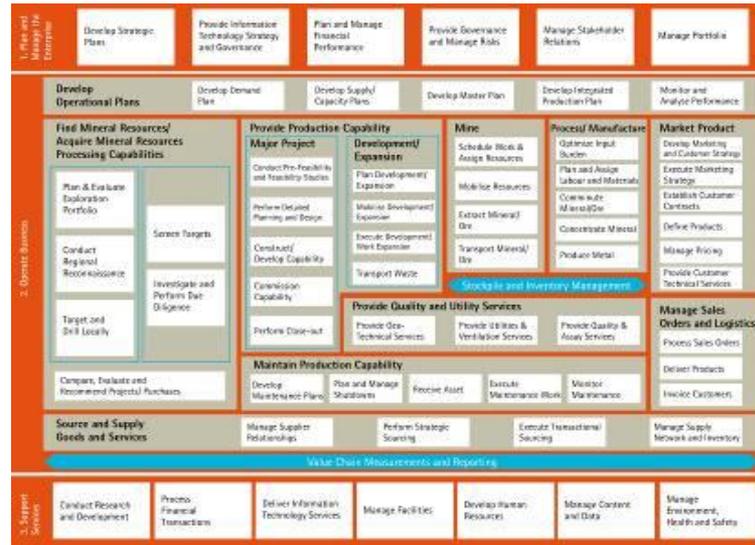
# Modelos Mineros: No hay un modelo estándar para minería



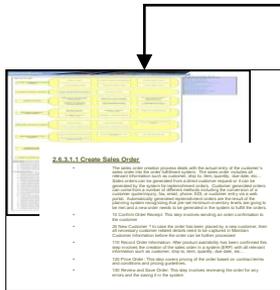
# Modelo Minero de Accenture: High Performance Business Process Model (HPBP)



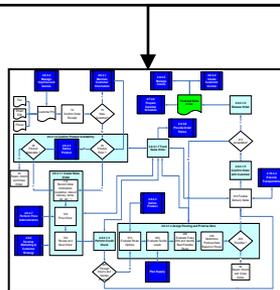
Accenture desarrolló un modelo de procesos para minería basado en las compañías mineras líderes. Este modelo está formado por más de 2.700 procesos, cubriendo operaciones del negocio desde lo conceptual hasta el nivel operacional



**Nivel Inicial:  
Modelo Procesos Lógicos**



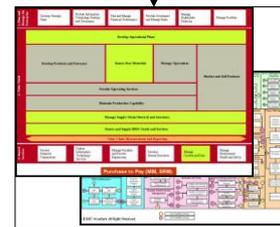
**Descomposición de Sub-Procesos y Actividades**



**Flujos**

ID	Nombre	Objeto	Función	Ente	Actividad	Capacidad
1000000001	Procesos de información tecnológica y gobernanza	Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza	Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza	Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza	Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza	Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza
1000000002	Plan y gestión del desempeño financiero	Planificar y gestionar el desempeño financiero	Planificar y gestionar el desempeño financiero	Planificar y gestionar el desempeño financiero	Planificar y gestionar el desempeño financiero	Planificar y gestionar el desempeño financiero
1000000003	Gestión de relaciones con partes interesadas	Gestionar las relaciones con las partes interesadas	Gestionar las relaciones con las partes interesadas	Gestionar las relaciones con las partes interesadas	Gestionar las relaciones con las partes interesadas	Gestionar las relaciones con las partes interesadas
1000000004	Gestión de cartera	Gestionar la cartera de proyectos				
1000000005	Planificación y desarrollo de operaciones	Planificar y desarrollar las operaciones	Planificar y desarrollar las operaciones	Planificar y desarrollar las operaciones	Planificar y desarrollar las operaciones	Planificar y desarrollar las operaciones
1000000006	Operación de negocio	Operar el negocio	Operar el negocio	Operar el negocio	Operar el negocio	Operar el negocio
1000000007	Soporte de servicios	Proveer servicios de soporte				

**KPIs / Indicadores**



**Mapas de Integración**

Proceso	Ente	Actividad	Resultado
Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza	Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza	Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza	Desarrollar el plan estratégico de tecnología y gobernanza
Planificar y gestionar el desempeño financiero			
Gestionar las relaciones con las partes interesadas			
Gestionar la cartera de proyectos			
Planificar y desarrollar las operaciones			
Operar el negocio	Operar el negocio	Operar el negocio	Operar el negocio
Proveer servicios de soporte			

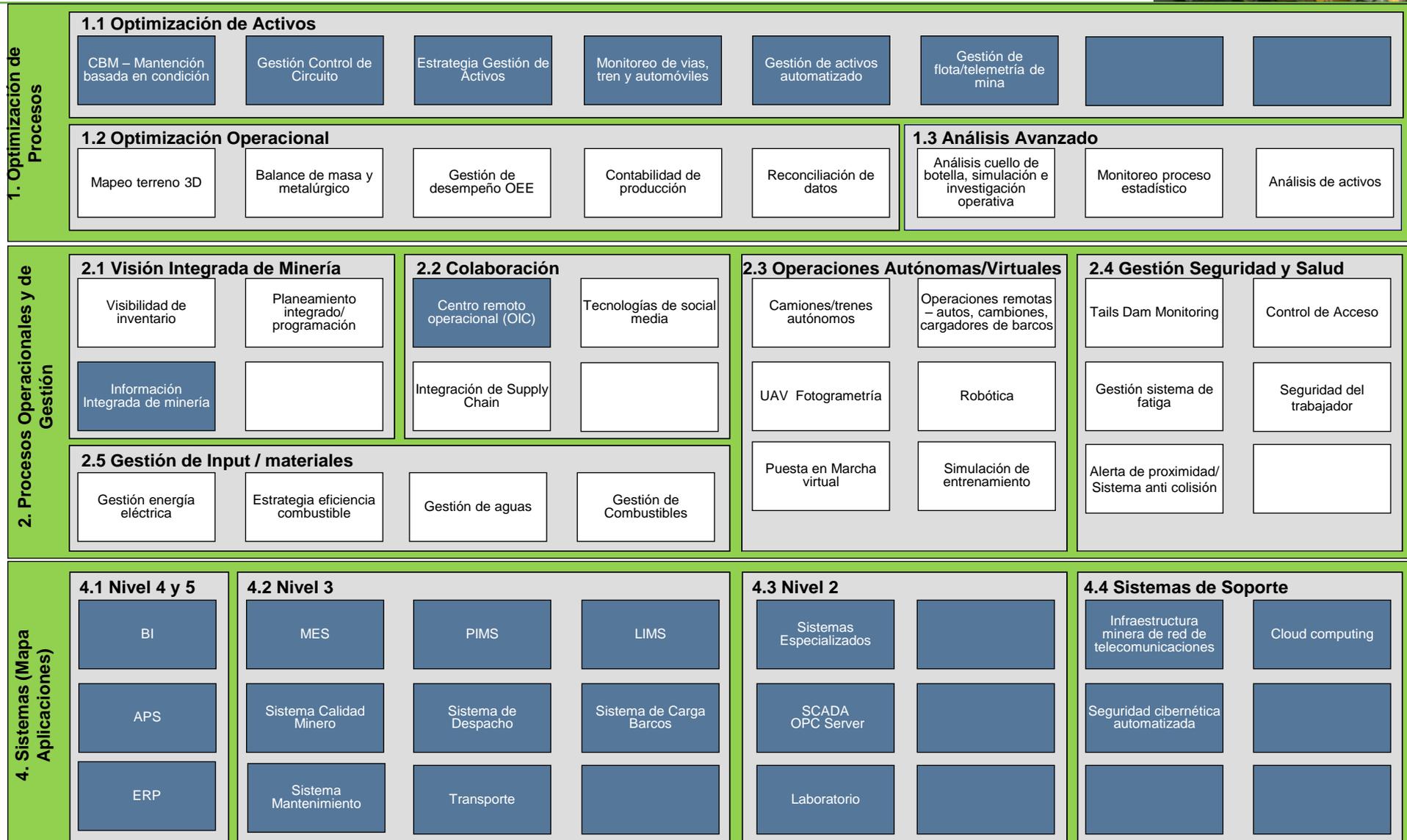
**Modelos de Diagnósticos**

Modelo	Objeto	Función
Modelo de roles y responsabilidades	Modelo de roles y responsabilidades	Modelo de roles y responsabilidades
Modelo de procesos	Modelo de procesos	Modelo de procesos
Modelo de KPIs	Modelo de KPIs	Modelo de KPIs
Modelo de integración	Modelo de integración	Modelo de integración
Modelo de flujo	Modelo de flujo	Modelo de flujo
Modelo de descomposición	Modelo de descomposición	Modelo de descomposición

**Modelo Organizacional/  
Matriz de Roles & Responsabilidades**

# Minería Virtual “on a Page”

## Información Minera Integrada



# Agenda

---

Horizontes del Negocio Minero

Modelos Mineros

Integración de la Información & Análisis de Datos

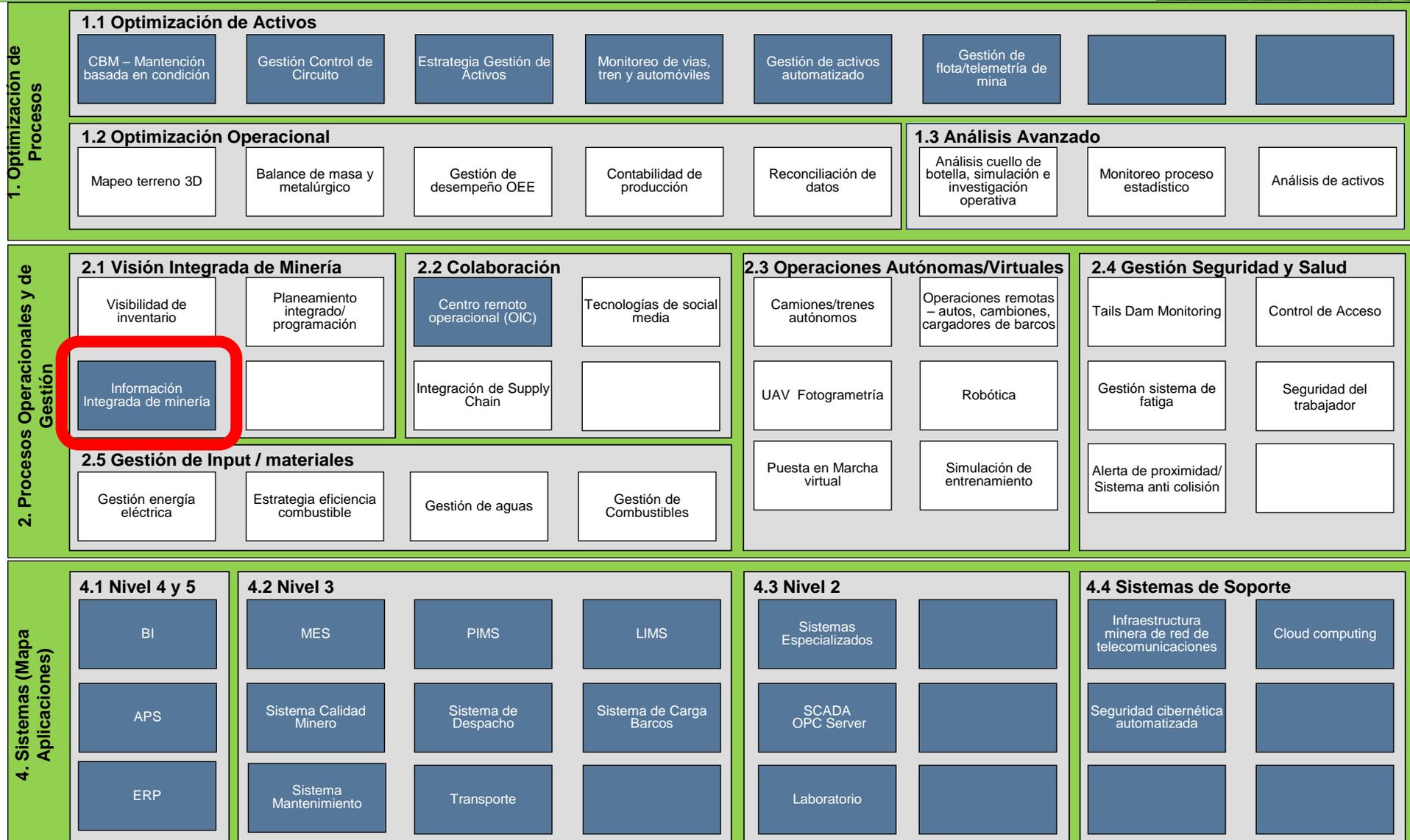
Tecnologías

Gestión de Activos

Seguridad & Protección

# Minería Virtual “on a Page”

## Información Minera Integrada

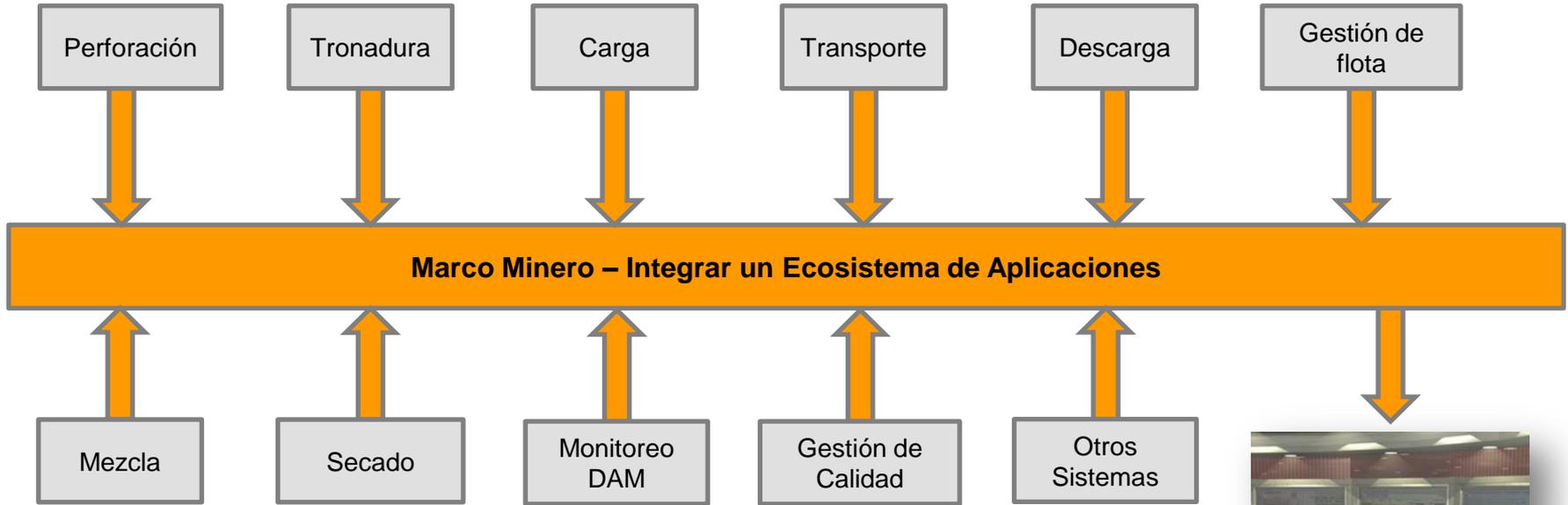




# Información Integrada- Marco Minero

En minería es necesario integrar un ecosistema de aplicaciones

NOT EXHAUSTIVE

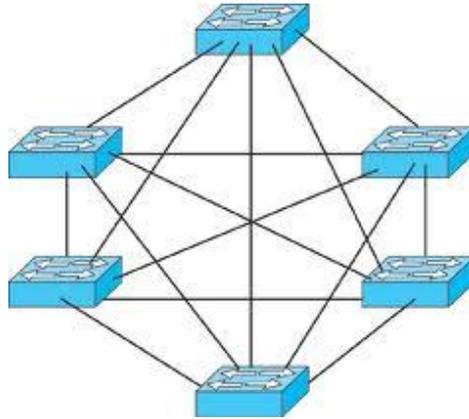


OIC Mine



...

# Qué estará conectado en el ambiente minero?



Sistema de gestión de taladrado tal como Águila™ de Caterpillar

Una aplicación de camión de despacho tal como Dispatch™ de Modular Mining



Controlador de excavación como Centurion de P&H

Una aplicación de gestión de flota como MineCare™ de Modular

Komatsu's VHMS

Catterpillar's VIMS

Michelin's MEMSRV

Banlaw's FuelTrack

... ETC



# Qué es un CIO?

## Definición de Centro de **Inteligencia Operacional**

Un Centro de Inteligencia Operacional (CIO) es un ambiente colaborativo organizado para recolectar todos los recursos necesarios para la toma de decisiones con el fin de alcanzar mejoras operacionales



**Ejemplo:**  
Centro de Control de Medición de Luz

**Ejemplo:**  
Centro de Diagnóstico y Monitoreo Remoto



# Palancas



Palancas externas están remodelando la minería y mostrando la necesidad de CIO

## Fuerzas

- **Temas de Sustentabilidad**
  - Presiones de regulaciones ambientales
  - Presiones de regulaciones de seguridad



- **Pobre reputación de responsabilidad social**



- **Presión de reducir costos**



## Ventajas de CIO

- Opera la planta desde un lugar remoto (Grandes ciudades)
  - Reduce la huella de humanos en áreas remotas (desiertos/bosques)
  - Centraliza visualización y reportes de Salud y seguridad ambiental
- CIO demuestra control total en todos los aspectos de la producción, incluidos seguridad y salud
- Actualmente el foco de la minería es la optimización local. CIO refuerza la optimización de la cadena de producción, gestión de activos centralizada, benchmark y estandarización, reduciendo tiempos y costos operacionales

# Palancas



Palancas externas están remodelando la minería y mostrando la necesidad de CIO

## Fuerzas

- **Presiones en la Fuerza Laboral**
  - Envejecimiento de fuerza laboral
  - Contracción de pool de talentos
  - Guerra de talentos
  - Aversión de nuevas generaciones por lugares remotos
- **Presión para Integrar**
  - Minería adopta estructura de silos
  - Minería presenta información dispersa: geología, planeación, desempeño de activos, producción, etc.



## Ventajas de CIO

- CIO permite controlar la mina de forma remota, desde una ciudad más atractiva para promover la atracción de talento y retención
- Opera la planta desde un lugar remoto (Grandes ciudades)
  - Reduce la huella de humanos en áreas remotas (desiertos/bosques)
  - Centraliza visualización y reportes de Salud y seguridad ambiental

# En casi todos los negocios hay presiones hacia la necesidad de una solución CIO



## Principales Desafíos del Negocio

- Convergencia** → Convergencia TI & Operacional. Una gran cantidad de datos se está disponible
- Información** → Las plantas necesitan herramientas analíticas para rápidas toma de decisiones
- Recursos** → La gente no quiere trabajar en locaciones remotas
- Conocimiento** → El conocimiento debe ser retenido
- Regulación** → Las regulaciones ponen presiones para optimizar procesos, mejorar la seguridad de las personas.
- Integración** → Integración de la visión completa es necesaria para alcanzar los objetivos del negocio

# Ejemplos de utilización de CIO



## Centro de Operación Remota

La principal motivación es tener un centro con funcionalidad operacional, teniendo en cuenta una cadena de producción o un set de plantas (hub). Es difícil atraer y retener personas en locaciones remotas. Regulaciones ambientales limitan la expansión de aglomeraciones urbanas en áreas preservadas. La mejor alternativa es mirar las grandes ciudades cerca de la mina. Por ejemplo Rio Tinto's ROC está a 1300km de la mina en Pilbara.



Ejemplo:  
Rio Tinto's OIC en Perth



## Centro de Mantenimiento Remoto

Centralizar la gestión de eventos de mantenimiento y servicios de despacho para varias plantas. Varios operarios de mantenimiento serán compartidos y dirigidos a puntos específicos a resolver problemas. Muy común en compañías de telecomunicaciones y de servicios básicos. Reducirá o eliminará la necesidad de tener personas en las plantas, reduciendo drásticamente los costos de mantención. El centro de mantenimiento remoto gestiona alarmas y eventos, despacho de órdenes de mantenimiento, costos de mantenimiento, tiempos de servicio, etc.

## Centro Inteligencia Operacional

Puede ser local o remoto. No es una sala operacional. Produce una visión analítica de todas las actividades de las plantas: KPIs, reportes y mejores prácticas. Otras salas adyacentes pueden ser utilizadas para solucionar problemas: Salas de colaboración. Hay salas orientadas a visualización y otras a colaboración y toma de decisiones.



Ejemplo:  
VALE – Carajás CIO

## Centro de Gestión de Energía y Servicios Básicos

Utilizado para gestionar energía y servicios tales como agua, vapor, gas natural, diesel, aire comprimido, agua fría, gases industriales, etc. Mide la producción y consumo y comparte los costo entre las plantas. Muy común en compañías de acero integrado.

## Centro de Inteligencia Gestión de Activos

Gestiona varios aspectos productivos en compañías intensivas en activos, tales como compañías de energía. Gestiona aspectos tales como salud de activos, mantenimiento centrado en la confiabilidad, ciclo de vida de activos, mantención basado en condición, etc. Trae resultados extendiendo la vida de los activos y remplazo correctivo por mantenimiento correctivo

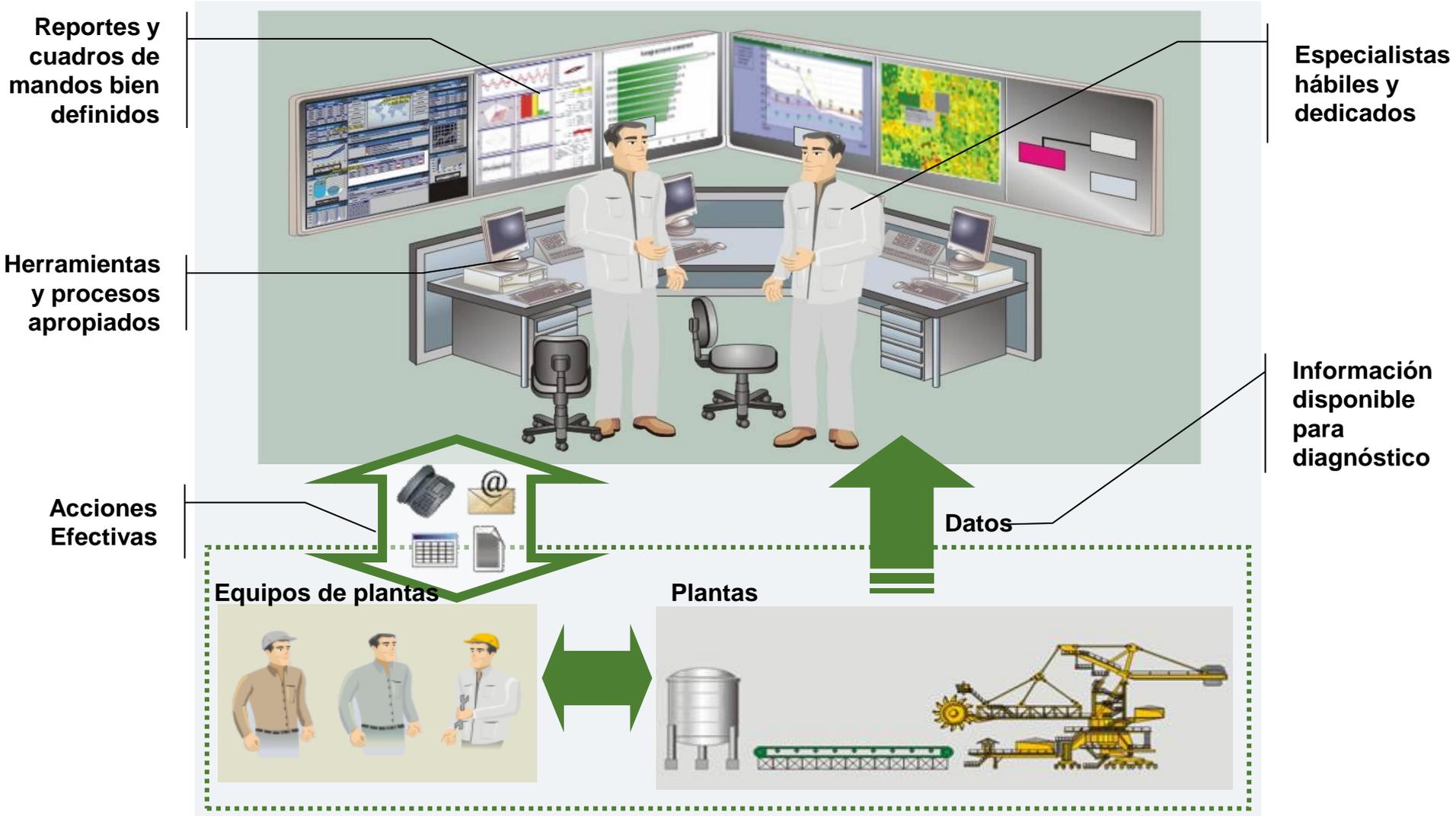


Ejemplo:  
Eskom Centro de Diagnóstico y Monitoreo Remoto

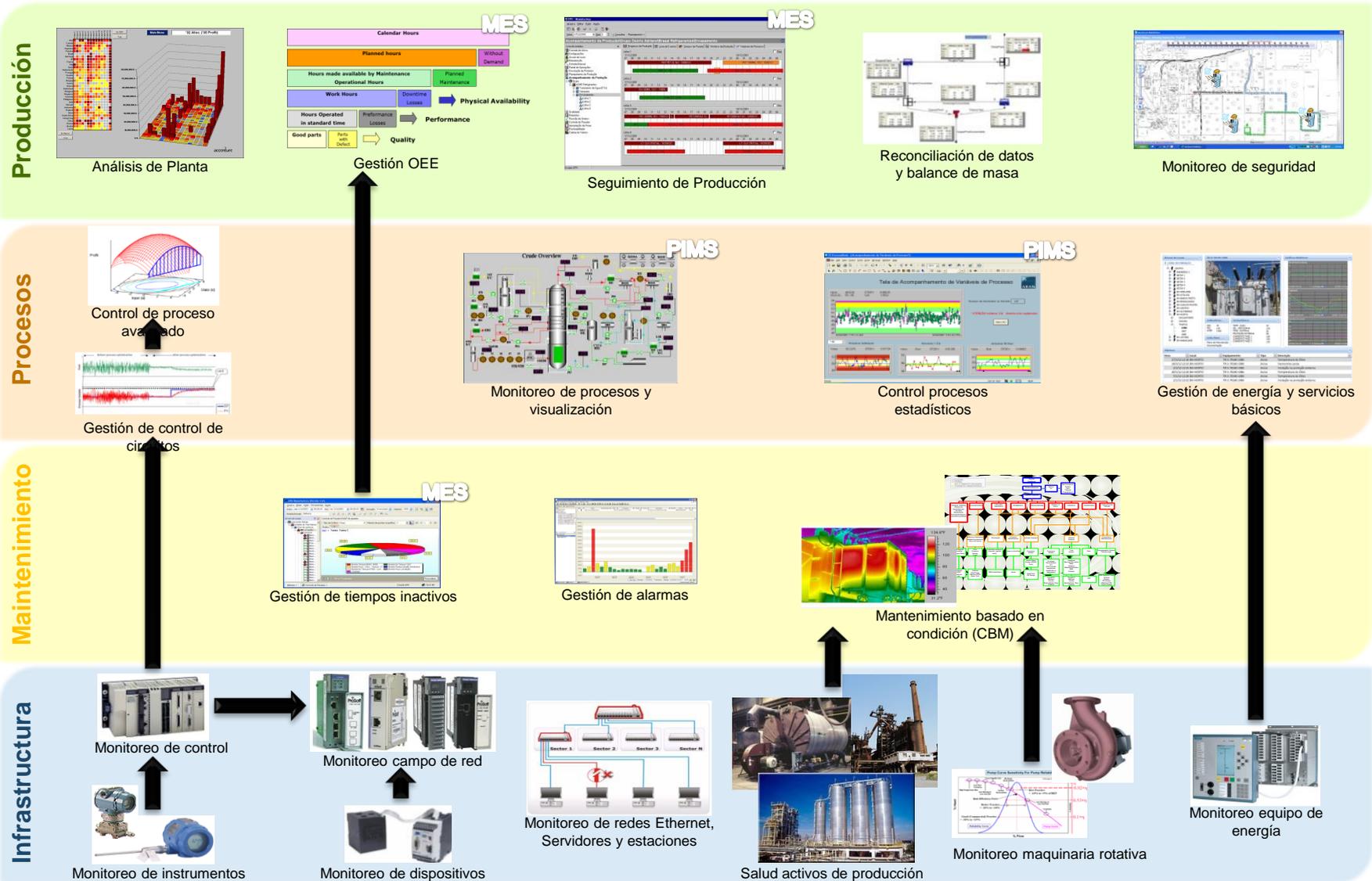


Ejemplo:  
Centro de Control de Medición de Luz

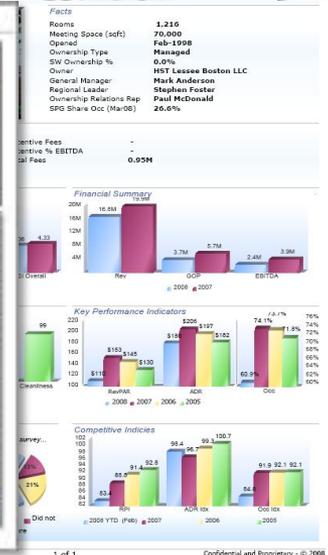
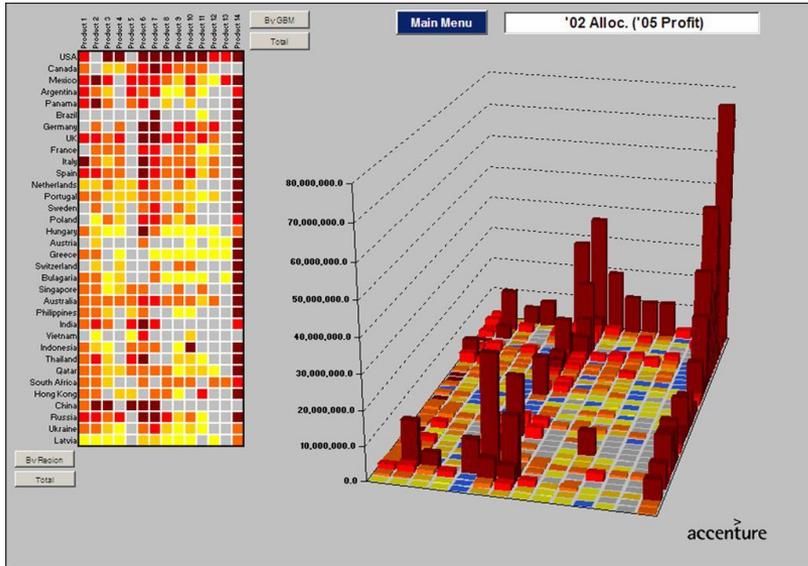
# Los principios básicos que sustentan el trabajo de CIO con el objetivo de alcanzar los resultados esperados



# Procesos claves dentro del CIO



# Ejemplos de Reportes Analíticos

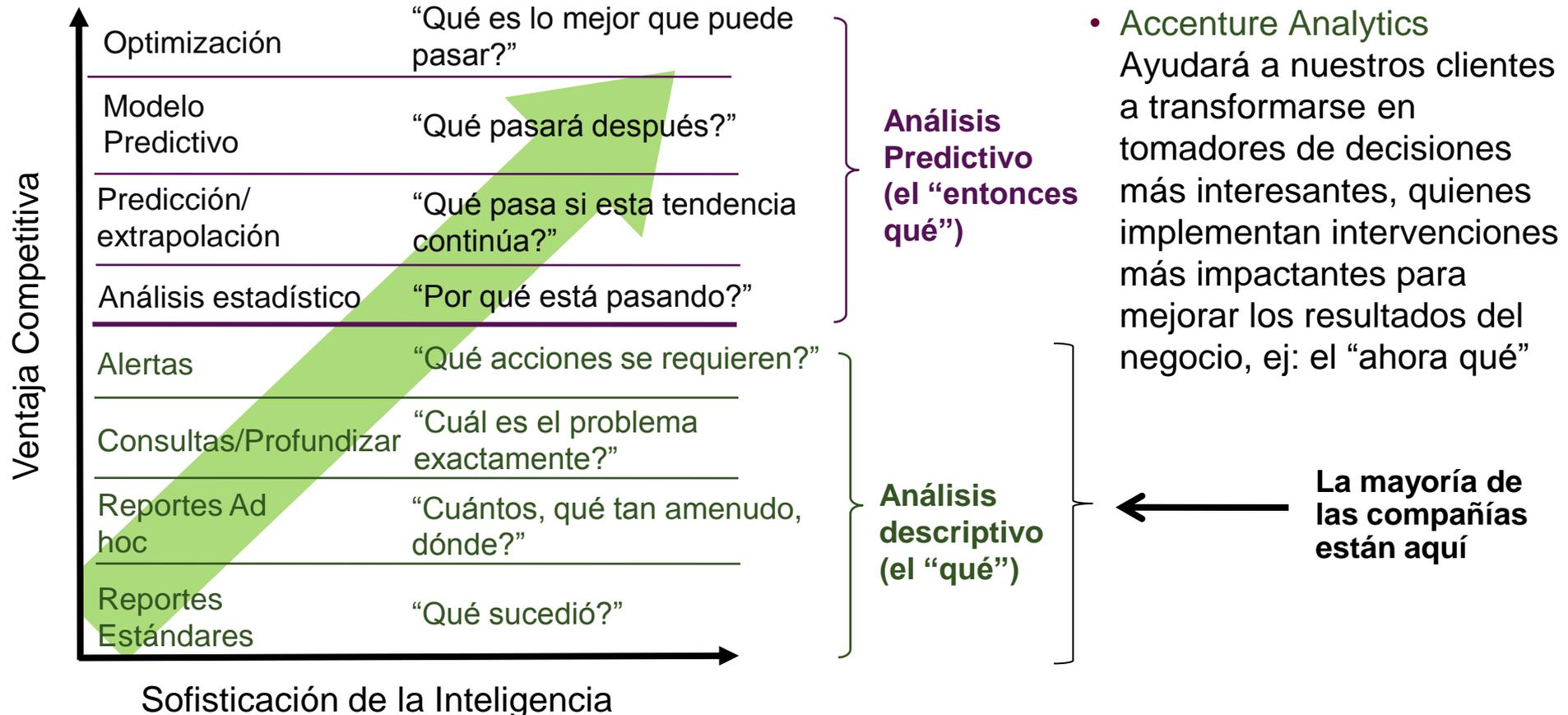




# Arquitectura de la Solución APPS

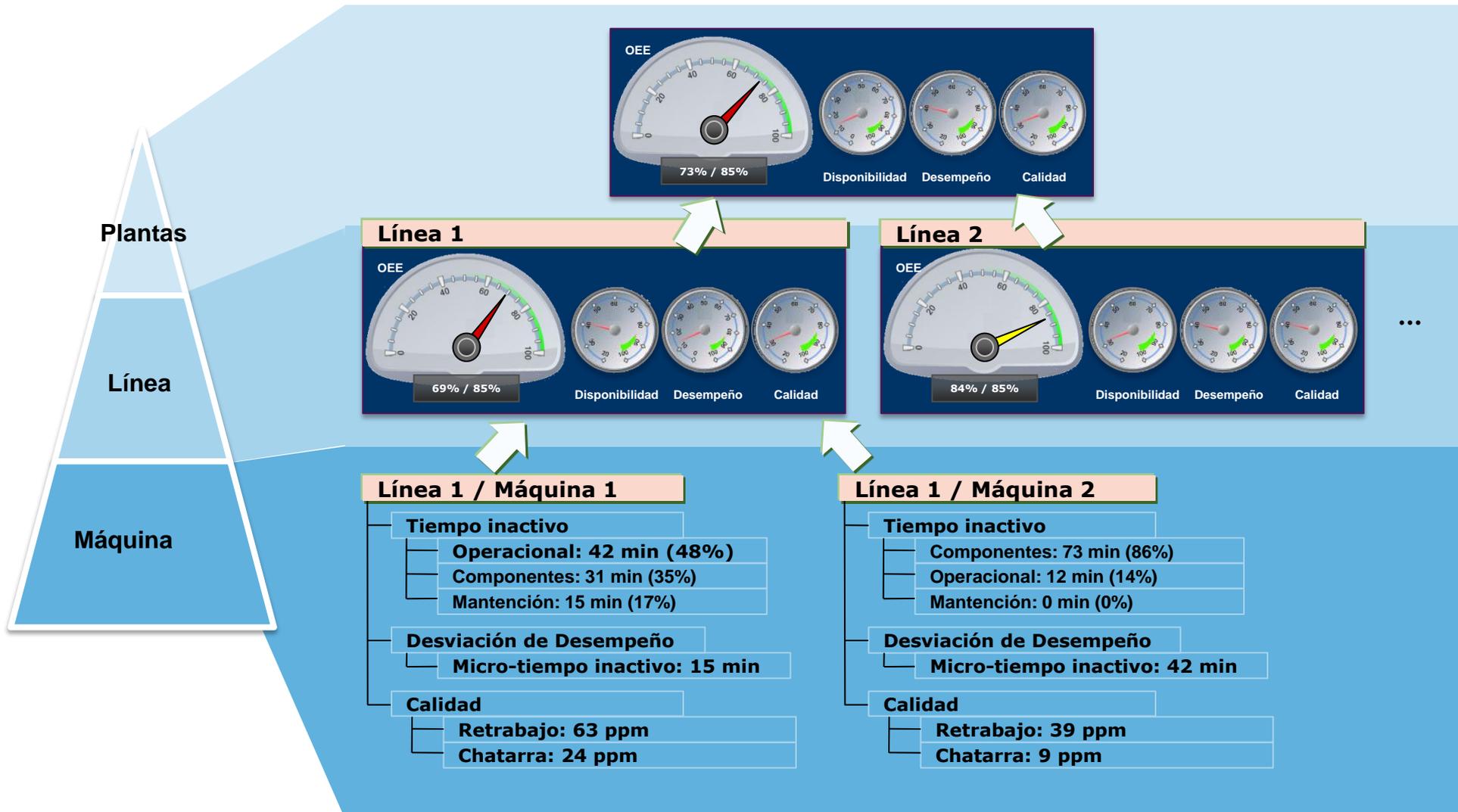
Con el objetivo de alcanzar análisis más predictivos, ciertas preguntas claves deben ser cuestionadas por los negocios de las compañías

## Definición Analítica



- Accenture Analytics Ayudará a nuestros clientes a transformarse en tomadores de decisiones más interesantes, quienes implementan intervenciones más impactantes para mejorar los resultados del negocio, ej: el “ahora qué”

# Análisis de KPI – Es importante que los KPIs permitan navegar a lo que denotan las causas



# Otras Herramientas Analíticas: Monitoreo de Proceso con PCA – Estadística Multivariable



Objetivo: Mantener el proceso cerca de su condición operacional óptima  
Útil para: Molienda, Flotación, Tostado, Espesamiento y otros procesos...

Comparación de lotes

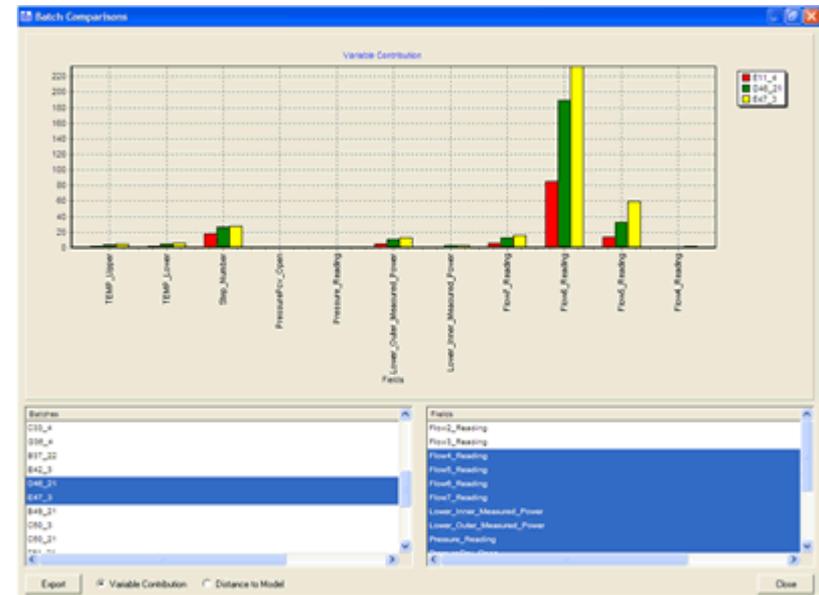
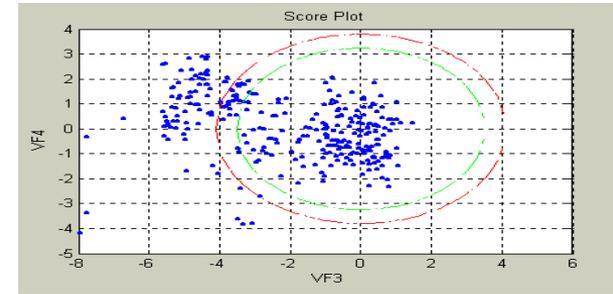
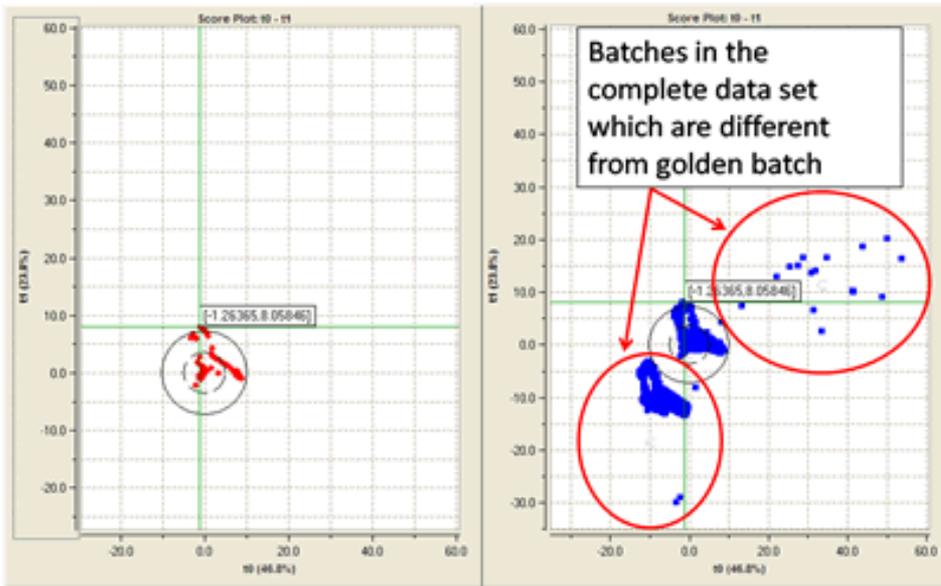
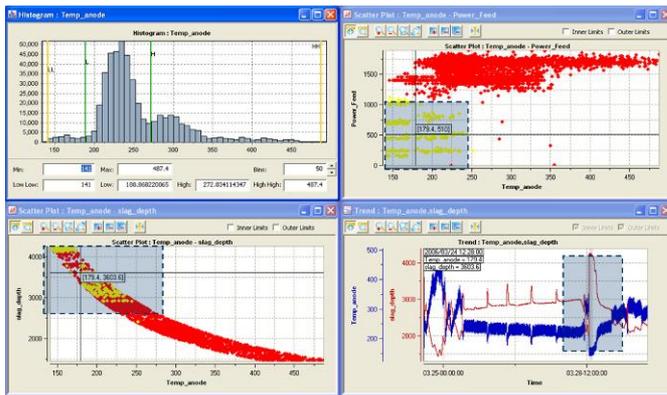


Gráfico de Contribución

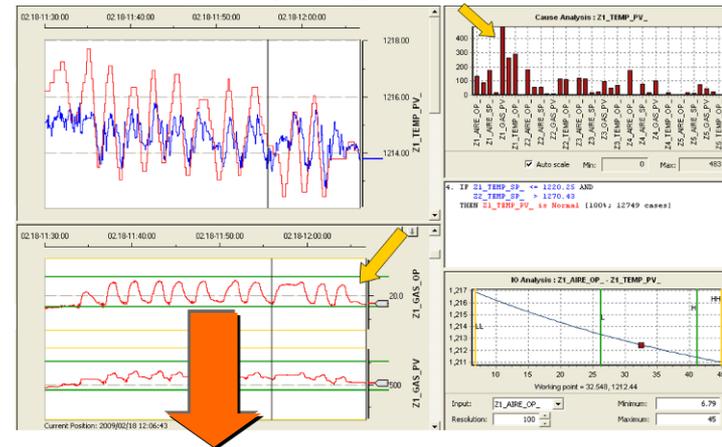
# Optimización de Desempeño – GEIP’s CSense



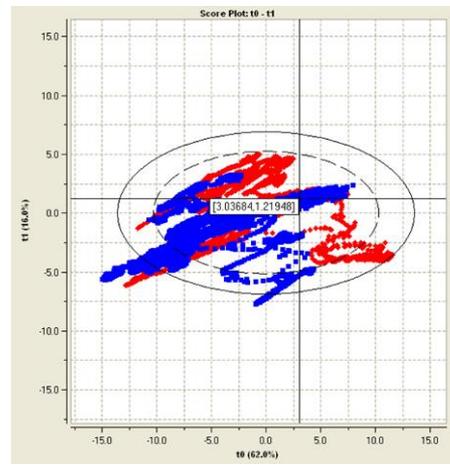
## Adquisición y preparación de datos



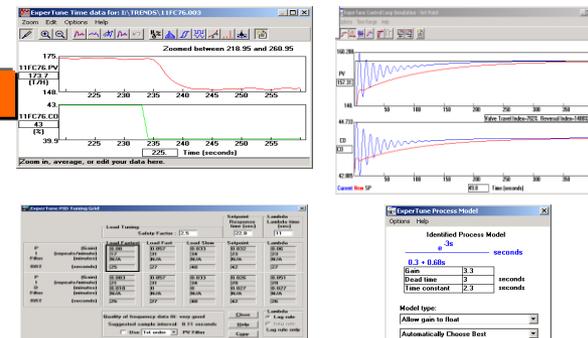
## Construcción y diagnóstico de modelos



Monitoreo en tiempo real



## Desarrollo y sintonización de control



Fuente:



# Un modelado dinámico más una relación de multi-sensores otorgan alertas tempranas superiores

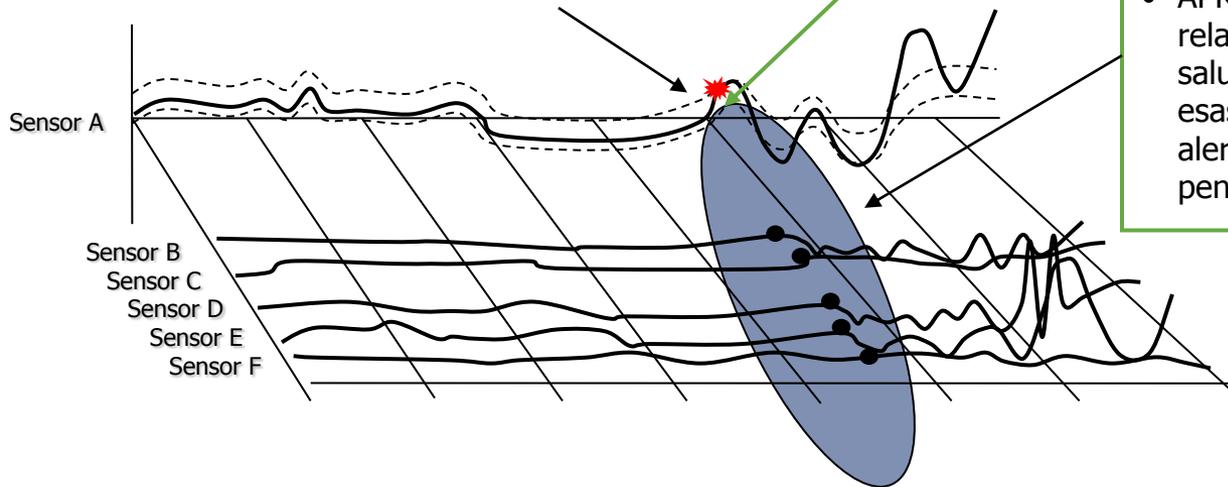


## Monitoreo Condicional Tradicional



Muy Tarde!

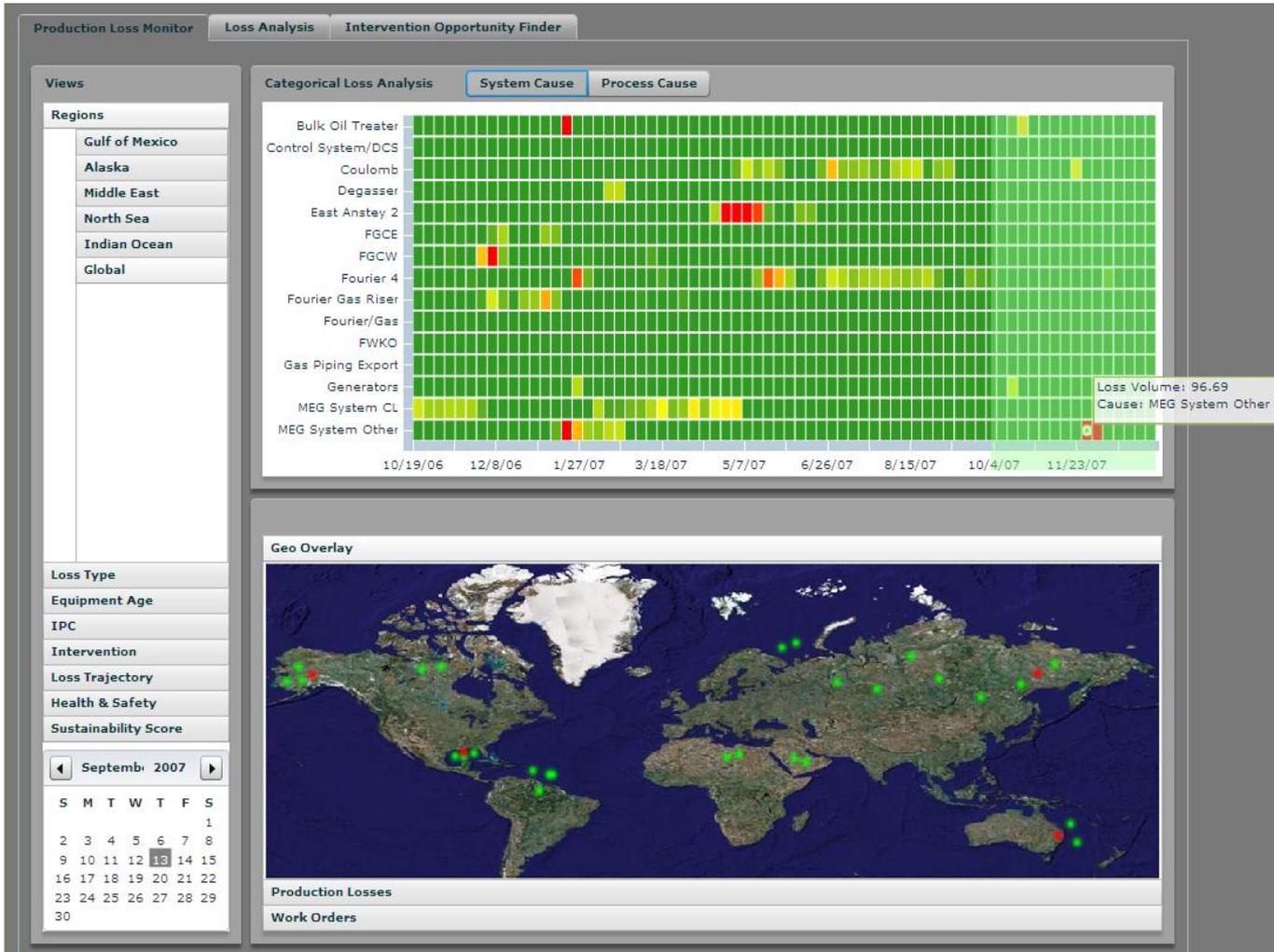
## APR – Detección Temprana



- En tiempo real, la tecnología APR genera una banda dinámica alrededor de cada señal, usando un modelo empírico para generar un estimado para cada sensor basado en el valor de todos los otros sensores.
- APR también reconoce cómo la relación de varios sensores indican la salud de los activos y correlaciona esas lecturas dinámicas para otorgar alertas tempranas de fallas pendientes.

SmartSignal SHIELD uses shared blind data from SmartSignal customers—the world’s largest base of predictive-diagnostic intelligence. After analyzing the data—from hundreds of millions of machine hours and tens of thousands of failures—SmartSignal was able to identify the fault patterns, in context of operating behavior, that are important to the Power and Oil & Gas industries, and incorporate them into the new SHIELD.

# Optimización de Producción - APPS



## Enfoque de Solución

- Enfoque Empírico (basada en datos) a través de datos punta a punta
- Modelo Predictivo a Medida
- Marco para aprendizaje permanente, integración de datos, mantenimiento y ajuste

# Agenda

---

Horizontes del Negocio Minero

Modelos Mineros

Integración de la Información & Análisis de Datos

Tecnologías

Gestión de Activos

Seguridad & Protección

# Evolución: De lo Manual a lo Autónomo



## Local

*Operador está en la máquina*



- Operación totalmente manual: camiones, perforadores, cargadores, trenes, recuperadores, cargadores de barcos, maquinaria, soldadores, etc.
- Operador expuesto al riesgo, ruido, mal clima.
- Alto desempeño variable.
- Baja productividad.

## Remoto = Tele operación

*Operador está en la oficina*



- Operarios pueden operar desde ambientes controlados.  
Ejemplos: VALE, Inco's Stobie mina en Canadá, LKAB's Kiruna mina en Suecia, and WMC Resources' mina en Australia; UAV's (drones) en Gulf War.

## Autónomo

*No hay operador*



- Estado de la técnica
- Madurez para algunos activos (apiladoras) y desafiante para otros (camiones de transporte)
- Reduce variabilidad y costos
- No produce problemas de cambio de turno
- "Ejecución de oro" siempre

# Principales Objetivos:

Status Quo (Lo que la mayoría de las compañías tienen)	●
Nivel Actual (Lo que las compañías líderes están haciendo)	●
Próximo nivel deseado (Lo que las compañías innovadoras están haciendo)	●



## Puerto

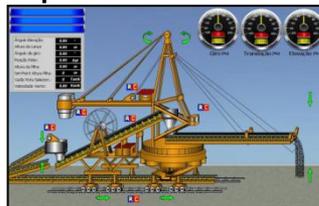
Equipo	Local	Remoto	Autónomo
Vaciador de Carros	●	●	●
Apilador	●	●	●
Recuperador	●	●	●
Cargador de Barco	●		●

### Vaciador de carros



- Identificar vehiculos con RFID
- Detectar/eliminar material adherido a los vehiculos
- Controlar nivel de tolva para proteger alimentador
- Precisión posicionamiento de vehiculos

### Apilador



- Alta precisión posicionamiento GPS
- F.O. o comunicación wireless
- Sistema anticollision
- Sistema de escaneo de acumulación
- Medición de nivel de acumulación y maquinaria de posicionamiento

### Recuperador



- Alta precisión posicionamiento GPS
- F.O. o comunicación wireless
- Sistema anticollision
- Sistema de escaneo de acumulación
- Reserva de ruedas
- Recuperación automática

### Cargador de Barco



- Alta precisión posicionamiento GPS
- F.O. o comunicación wireless
- Sistema anticollision
- Monitoreo de calidad de mineral
- Totalizador de mineral
- Monitoreo de posicionamiento de barco
- Monitoreo puerta de escotilla
- Monitoreo nivel escotilla

# Principales Objetivos:

Status Quo (Lo que la mayoría de las compañías tienen)	●
Nivel Actual (Lo que las compañías líderes están haciendo)	●
Próximo nivel deseado (Lo que las compañías innovadoras están haciendo)	●



## Mina

Equipo	Local	Remoto	Autónomo
Perforadoras	●		
Excavadoras	●		
Palas	●		
LHDs	● →	●	●
Camión de Acarreo	● →		●

### Perforador



- Alta precisión de posicionamiento GPS
- Monitoreo de salud de perforadora
- Telemetría
- Consola operación bidireccional

### LHD



- Comunicación wireless
- Sistema anti colisión
- Consola operación bidireccional

### Pala



- Alta precisión de posicionamiento GPS
- Telemetría
- Sistema anticollisión
- Consola operación bidireccional

### Camión acarreador

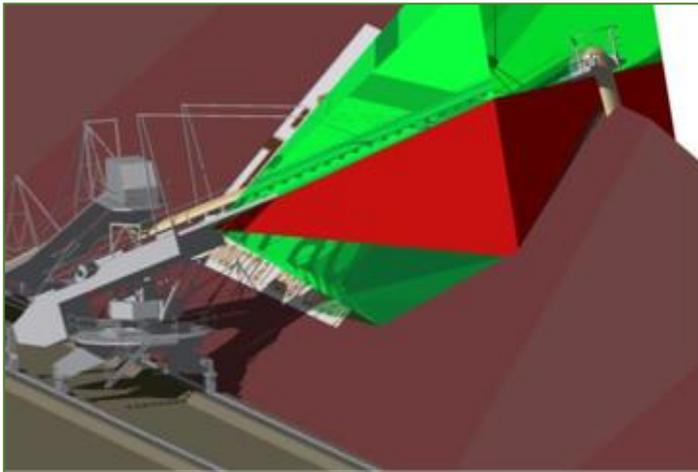


- Alta precisión de posicionamiento GPS
- Monitoreo carga explosiva
- Monitoreo salud del camión
- telemetría
- Consola operación bidireccional
- Sistema anticollisión
- Detector fatiga de conductor
- **Conducción autónoma**
- **Uso de fuerzas regeneradoras para generación de energías**

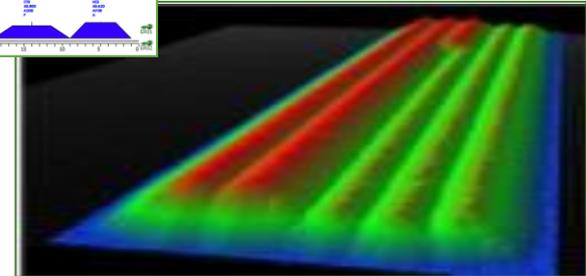
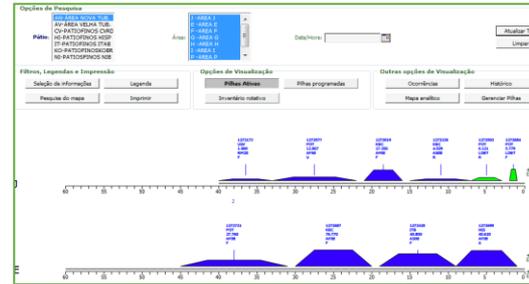
# Mapeo 3D de Patio -> Recuperador automático de aterrizaje



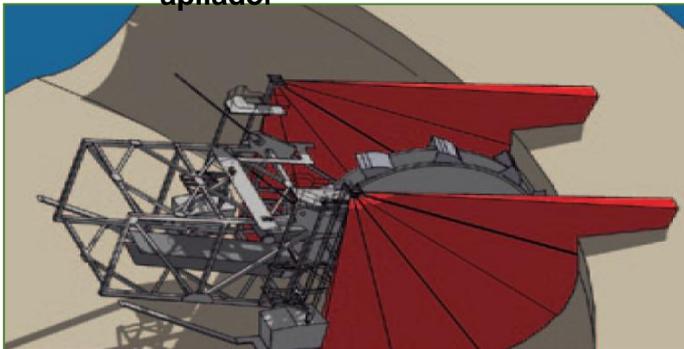
El mapeo de terreno está evolucionando del 2D al la representación en calidad de mapa 3D



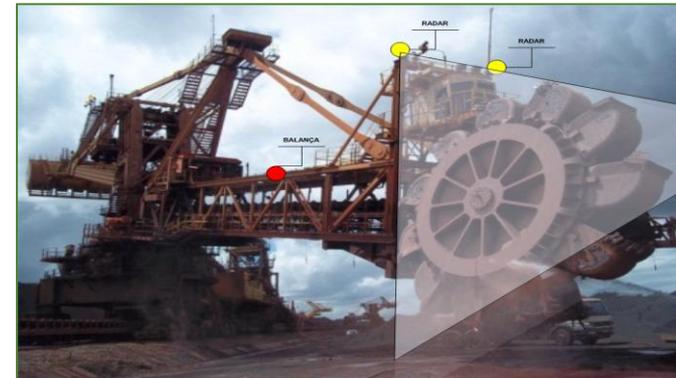
Mapeo de terreno de apilador



Mapeo 3D de terreno



Recuperador automático

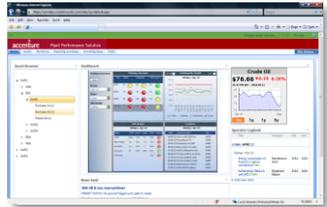


Recuperador automático

# Algunas tecnologías innovadoras adoptadas en minería



**Consolidación de centros de control** a través de múltiples instalaciones operacionales (hub)

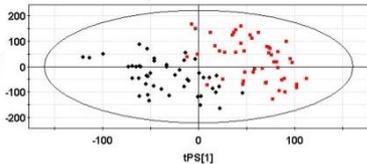


**Portales operacionales comunes** proveen información de plantas en tiempo real – desempeño operacional, seguridad, calidad y métricas de capacidades de personal.



**Movilidad** – Utilice PDAs y tablets para distribuir la información y hacerla disponible en cualquier momento y en cualquier lugar

Fuente: Aspentech



**Análisis de datos multivariable** provee modelo estadístico, detección de condición anormal avanzada e identificación utilizando gráficos de contribución

Fuente: Umetrics



**Uso extensivo de instrumentos de planta WiFi y wireless** Mejorando los tiempos de información y reduciendo costos de infraestructura de Sistemas de Control Distribuidos

# Algunas tecnologías innovadoras adoptadas en minería



**Entrenamientos de inmersión de Operarios en tiempo real** Acelera el entrenamiento simulando condiciones operacionales anormales y permitiendo la interacción segura del operario

Fuente: Immersive Technologies



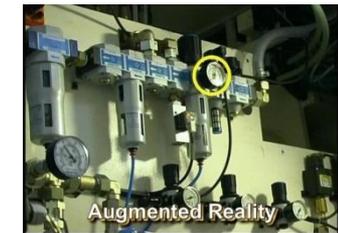
**Mantenimiento Móvil** solución permite mantener técnica para fácilmente acceder a la información de los activos, revisar procedimientos, gestionar asignación de trabajos, y capturar la historia detallada del trabajo, en cualquier lugar y momento.

Fuente: Accenture



**Realidad aumentada – Mantenimiento Asistida Avanzada** empoderando a la gente de mantenimiento local

Fuente: Siemens



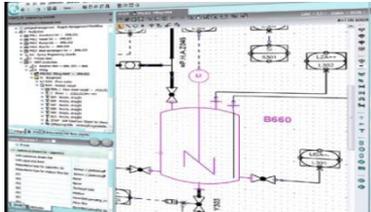
**Centro de datos automatizado** – Concentración de servidores automatizados en un centro de datos dedicado, uso de virtualización que ofrece una plataforma más estable que la original.

# Algunas tecnologías innovadoras adoptadas en minería



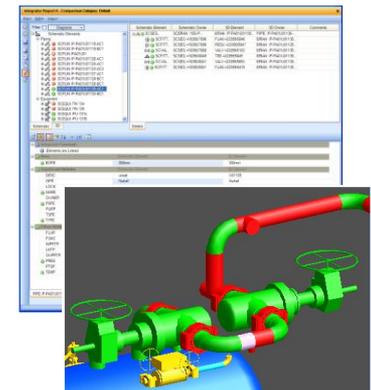
Fuente: Shiebel

Uso de **UAVs (Aviones no Tripulados)** para mapear el mineral desde el cielo a bajo costo



Fuente: Siemens - COMOS

**Documentación integrada de proyectos** Permite una transición delicada del proyecto a la operación



**Gestión Centralizada de Ciclo de Vida de Proyectos** – Gestión centralizada de ingeniería + datos operacionales y documentación unificando una construcción y operando una instalación

# Agenda

---

Horizontes del Negocio Minero

Modelos Mineros

Integración de la Información & Análisis de Datos

Tecnologías

Gestión de Activos

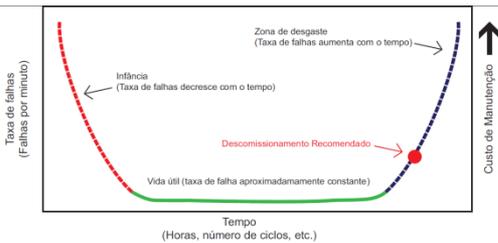
Seguridad & Protección

# Tendencias en Gestión de Activos



- **Gestión de Activos**, como lo define PAS-55, es clave para la sustentabilidad y para provocar cambios de paradigmas de “Gestión de activos por tiempo indefinido” a “Gestión de ciclo de vida de activos, desde la cuna hasta la clausura”

## Funcionalidades:

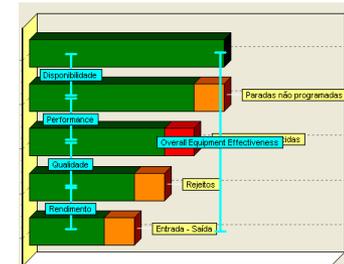
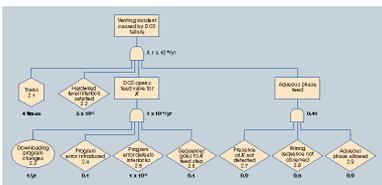
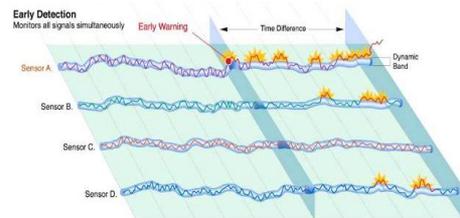
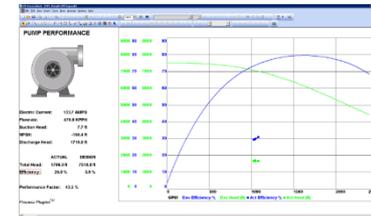


- **Mantenimiento Basado en Condición:** Todas las unidades claves son monitoreadas en tiempo real: compresores, generadores turbo, separadores, bomba, intercambiadores de calor, etc.

**Gestión Ciclo de vida de Activos:** El ciclo de vida es monitoreado para los activos claves. Esto requiere asociar todos los eventos de los equipos a los activos: CAPEX, costos de instalación, fallas, orden de mantenimiento, reporte de inspección, depreciación, TCO, etc. La dada de baja es planeada para ocurrir cuando sea más conveniente.

**Centro de Inteligencia de Activos (AIC)** para gestionar el conocimiento, mejores prácticas y metodologías

- **Análisis predictivo** Predecir fallas futuras basado en “principios básicos” y modelos estadísticos
- **Gestión OEE (Efectividad Total de Equipos)** es clave medir la efectividad de los activos. Otros KPIs son TDC (Costos Reales de inactividad) y TEEP (Productividad Efectiva de Equipos)
- **Análisis de Confiabilidad** utilizando varias herramientas incluyendo Modelos de Fallas y Análisis Efectivo (FMEA) y Análisis de Causa de Fallas (RCFA).
- **Personas: definición de perfil especial de SME:** Especialistas de Maquinaria Rotativa, como en DuPont, ingeniería de equipos como en Petrobras
- **Integración con ERP o MMS:** Sistema de Gestión de Activos debe ser completamente integrado con ERP para comunicar las órdenes de producción.



# Monitoreo de Salud de Equipos, Monitoreo basado en Condición y Soluciones de Análisis Predictivo de Activos emergen como un importante set de herramientas para dar forma a la estrategia de mantenimiento de la empresa



Ingeniería

Mantenimiento  
(Gestión de Activos Empresarial)

Operaciones  
(Gestión de Producción Empresarial)

- Estrategia de Gestión de Activo
- Presupuesto de Mantenimiento

Inteligencia de Negocio

- CMMS
- Programación

- MES – Tiempos Inactivos
- MES – OEE

Estrategia de Mantenimiento  
(RCM/RBI)

Análisis Predictivo de Activos

Mantenimiento Basado en Condición = “Monitoreo Unitario”

Gestión capa base  
/APC/RTO

Monitoreo Red  
de Control

Monitoreo Salud de Equipos  
Vibración / rodamiento/ motor / engranaje / otros

Instrumento de  
Monitoreo

Dispositivo de  
Monitoreo



Molino



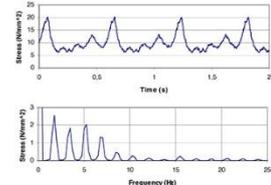
Cinta  
transportadora



Bomba  
Central



Máquina de  
Patrio



# A través de la cadena de valor de la minera hay varios activos que ofrecen la oportunidad de mejorar el aprovechamiento de CBM



MINA		BENEFICIO				V. FERREA	PUERTO
Perforar	Cargar	Moler	Clasificar	Concentrar	Filtrar	Transportar	Almacenar
							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforador</li> <li>• Detonador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palas</li> <li>• Cargadores</li> <li>• Camión de Transporte</li> <li>• Tractor</li> <li>• Nivelador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moedor</li> <li>• Molino</li> <li>• Cinta transportad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla</li> <li>• Hidrociclón</li> <li>• Clasificador espiral</li> <li>• Bombas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Columnas de Flotación</li> <li>• Máquinas de Flotación</li> <li>• Separador Magnético</li> <li>• Bombas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro Horizontal</li> <li>• Filtro Vertical</li> <li>• Espesador</li> <li>• Bombas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vía férrea</li> <li>• vagón</li> <li>• Locomotora</li> <li>• Ruedas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaciador de carros</li> <li>• Cinta Transportad.</li> <li>• apilador</li> <li>• Recuperador</li> <li>• Cargador de bote</li> </ul>

**DÓNDE ESTÁ LA OPORTUNIDAD?**



**CAMIÓN DE CARGA**

**Consumo de Energía**



**MOLEDOR**

**Desempeño de Activo**



**MOLINO**

**Reducción de Costos de Mantenimiento**

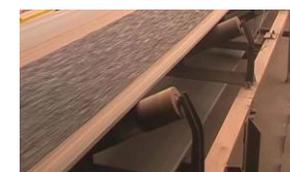


**PANTALLA**



**BOMBA**

**Reducción Inactividad**



**CINTA TRANSPORTADORA**

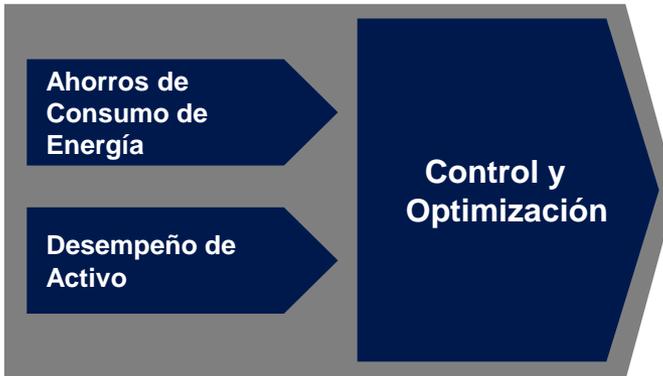
**Fácil Aplicación**

# Al menos dos aspectos deben enfocarse para maximizar las palancas de valor de CBM: Optimización de Control, Consumo de Energía y Monitoreo de Salud

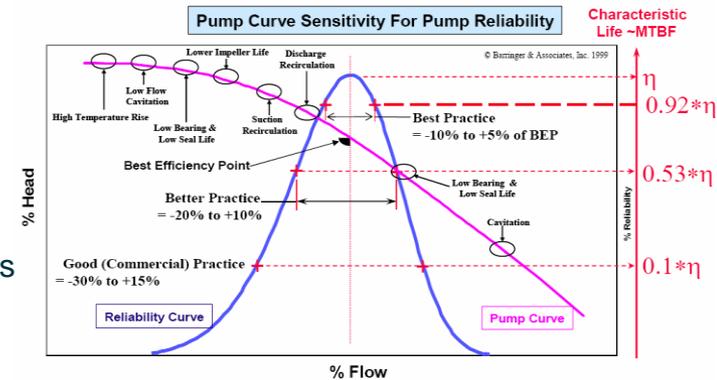


La eficiencia de los sistemas de bombeo están altamente influenciados por los sistemas que ellos proveen, es por eso que CBM se debe enfocar en todo el sistema y no sólo en la bomba. Investigaciones indican que la eficiencia de los sistemas de bomba es menor al 50% y que los costos de energía en toda la vida pueden ser 25 veces los de instalación\*.

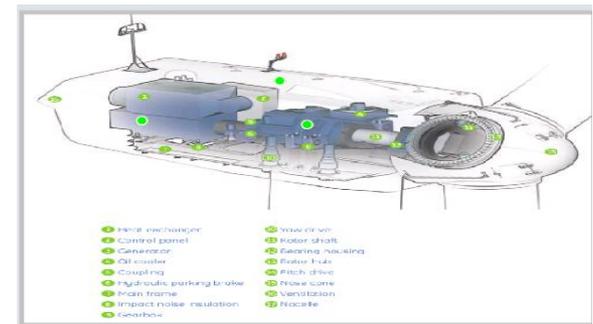
## Palancas de Valor CBM



- **Función:**
  - Identificar *Mejor Punto de Eficiencia*
- **Objetivo:**
  - Maximizar capacidad
  - Asegurar especificaciones de calidad
  - Reducir consumo de energía



- **Función:**
  - Detección de Fallas
  - Diagnóstico
- **Objetivos:**
  - Reducción de inactividad
  - Mantenimiento Preventiva

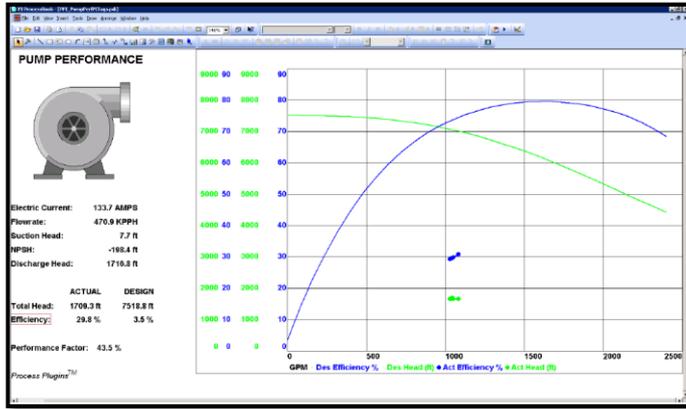


\*Fuente: Pump Systems Matter

# Un sistema CBM interpresa y correlaciona a través de todas las señales simultáneamente y entrega conocimiento de los activos



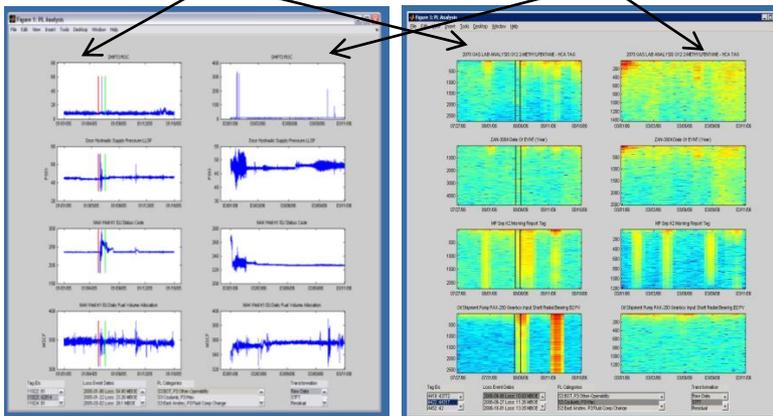
Control y Optimización (BEP)



## “Banda de aprendizaje” dinámica alrededor de cada valor de sensor

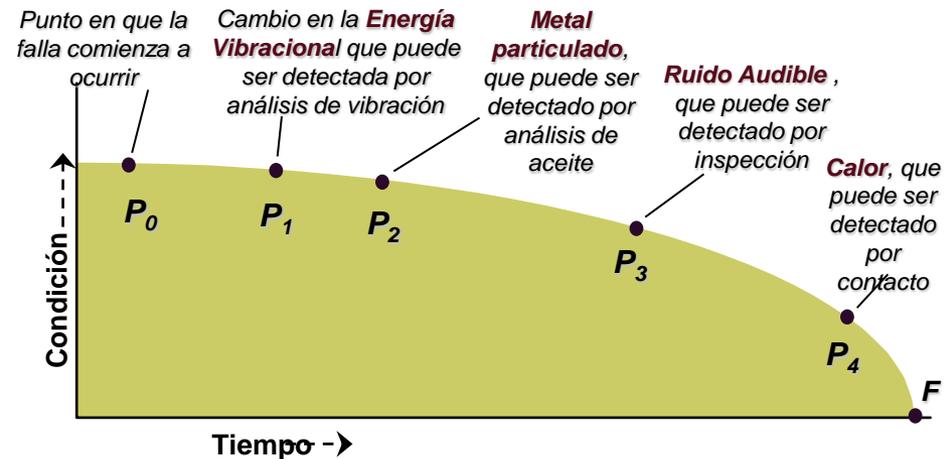
- Entender síntomas que ocurren al sistema cuando opera fuera de su *Mejor Punto de Eficiencia*.
- Hacer benchmarking para comparar y asegurar que el sistema de bomba está trabajando dentro del rango normal.
- Comparar datos de modelos estimativos con datos en tiempo real para identificar cualquier cambio estadísticamente significativo
- Reconocer cambios en las tendencias de desempeño y desviaciones de los estándares y especificaciones técnicas

## Actividad de Pérdida      Actividad Normal



Monitoreo de Salud (Condición de Falla)

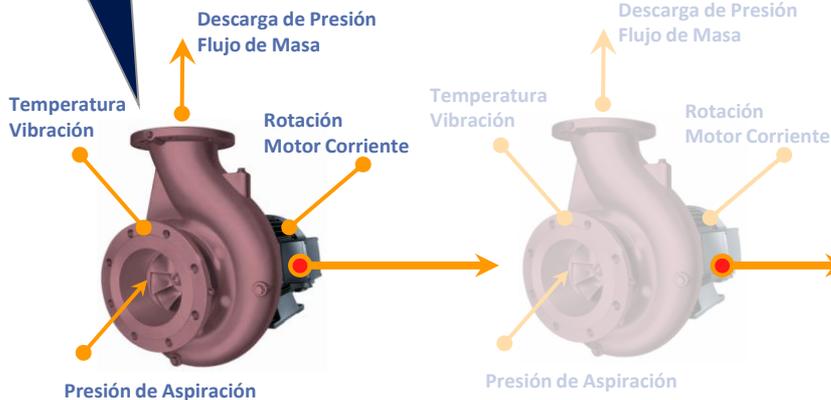
## Alerta lo más temprano posible de degradación/falla



# Cómo funciona el monitoreo de bombas?

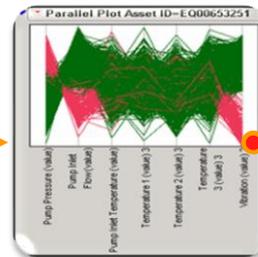


Monitoreo de datos críticos de la bomba en tiempo real

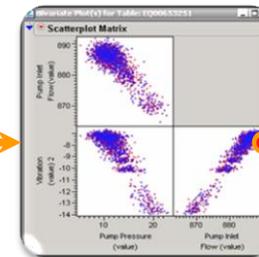


Utilice un algoritmo para crear un modelo específico de la actividad "normal" del equipo monitoreado

Identifique la medición que está correlacionada a un evento de falla. Esta medición debe ser usada como una alarma temprana en un modelo predictivo, evaluando si la alerta representa un estándar conocido de operación o si se ajusta a un nivel pre establecido de falla u opera alejado de BEP.



Investigar qué parámetros de los datos está correlacionada con la otra. Esta investigación ayuda a mejorar la predicción de fallas.



Los modelos de fallas desarrollados, se utilizan para predecir fallas y estados de cambio. Estados de cambio son saltos en la condición del equipo hacia las fallas. El uso de etapas de cambio refina los sistemas de monitoreo predictivos y ayuda a mejorar la precisión de la predicción

Alertas enviadas según definición del proceso





# Gestión de Activos de dispositivos automatizados

Proveer cálculos detallados de KPIs basado en estándares de Eficiencia Total de Equipos (OEE), combinación de estrategias y reportes de recomendaciones de estructura de monitoreo continuo.

## KPIs Aggregation

✓ Global KPI  
✓ Specific KPI

	OAE	OIE	ODE	OCE	ONE
Enterprise	✓	✓	✓	✓	✓
System	✓	✓	✓	✓	✓
Complex	✓	✓	✓	✓	✓
Site	✓	✓	✓	✓	✓
Area	✓	✓	✓	✓	✓
Sub-area	✓	✓	✓	N/A	N/A
Equipment	✓	✓	✓	N/A	N/A
Asset	N/A	✓	✓	✓	✓

## Ox E = f (Availability, Utilization, Performance, Quality)

OIE = Overall Instrument Effectiveness

(for Analog Instrumentation assets)



ODE = Overall Device Effectiveness

(for Low Voltage Electrical Devices)



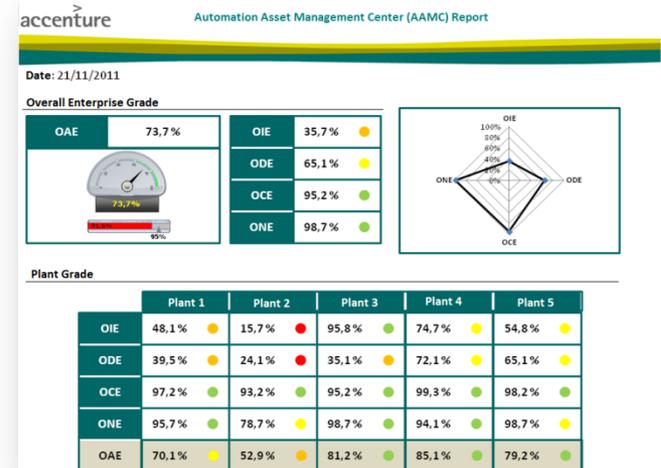
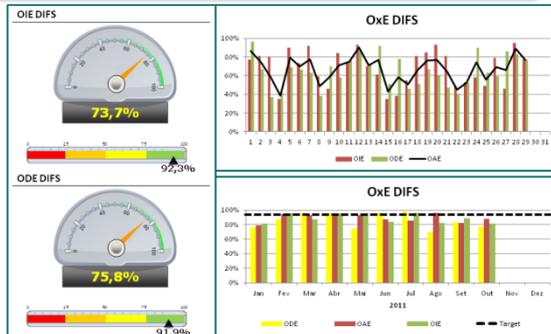
ONE = Overall Network Effectiveness

(for Field Network assets)



OCE = Overall Controller Effectiveness

(for Control assets)



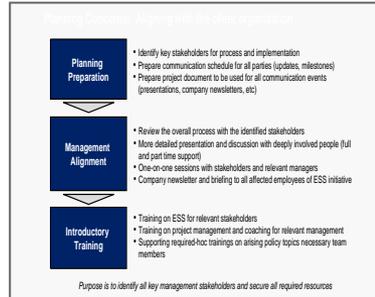
# Todos los procesos de mantenimiento deben ser evaluados comparando las prácticas actuales con el modelo



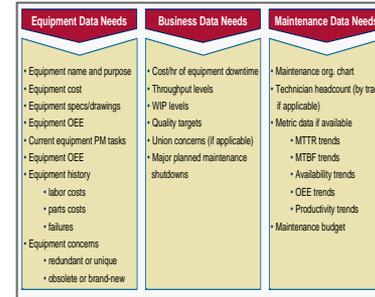
# Encontrar equipos críticos, identificar modos de fallas y analizar el impacto identificando posibles causas



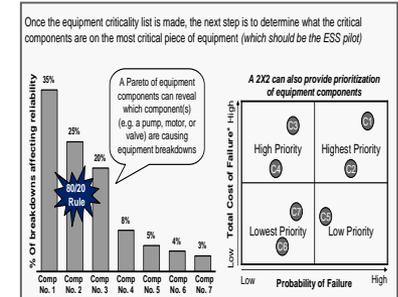
## Planeación & Prep. Fases



## Alinear Metas del Cliente

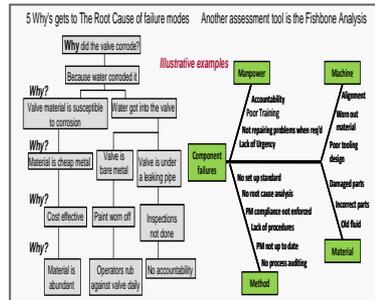


## Y recopilar datos



## Para seleccionar área piloto

## Fase Piloto

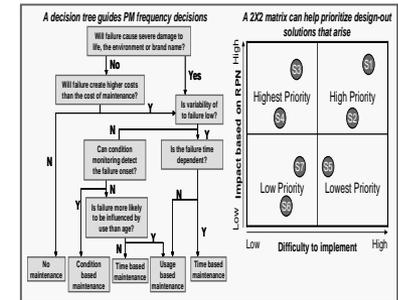


## Dirigir raíz de problemas

**Illustrative example** The goal will be to populate an FMEA form

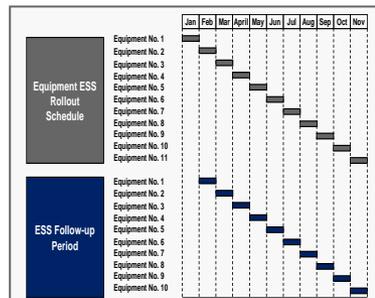
System	Component	Failure	Date	Facilitator					
System: Fierman Bay 12	Component: Firehose	Failure: Hose cracked because improperly hung	Occ. Level: 7	Current Controls: None	Det. Level: 10	RPN: 500	Rec actions: Inspect hose station/hose instructions	John H.	16
		Failure: excessive pressure	Occ. Level: 1	Current Controls: Pressure gauge test to hose	Det. Level: 1	RPN: 8	Rec actions: None req'd		8
		Failure: Hose is too old	Occ. Level: 5	Current Controls: None	Det. Level: 10	RPN: 400	Rec actions: hoses/inspect byrd, test tag	James DB	16
		Failure of hose to operate	Occ. Level: 8	Current Controls: Fabric enters hose	Det. Level: 1	RPN: 10	Rec actions: None req'd		80
		Failure of hose to operate properly	Occ. Level: 6	Current Controls: Hose rolled on metal	Det. Level: 3	RPN: 90	Rec actions: Problems ensure hose is not pinched during	Pat S.	36

## Y llenarlas en un template

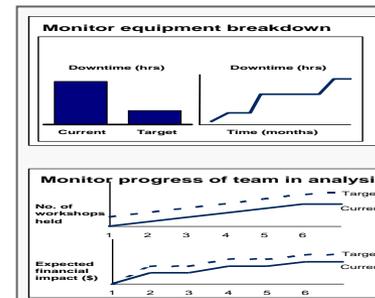


## Para encontrar la solución correcta

## Desplegar Fase



## Crear plan



## Y usar controles visuales

<b>ESS Schedule Adherence</b>	Number of ESS workshops held vs. number planned
<b>Mean time to repair (MTR)</b>	Average time to conduct a repair on a specified component or piece of equipment
<b>Mean time between failure (MTBF)</b>	Average time between failures of a specified component or piece of equipment
<b>Equipment Availability</b>	Equipment operating time as a percentage of uptime (take into account routine maintenance downtime)
<b>Probability of failure</b>	The probability that equipment can continuously perform for a specified period of time (utilized when data is present and setting the frequency for time based maintenance or condition based inspections)

## Para análisis futuros



# Agenda

---

Horizontes del Negocio Minero

Modelos Mineros

Integración de la Información & Análisis de Datos

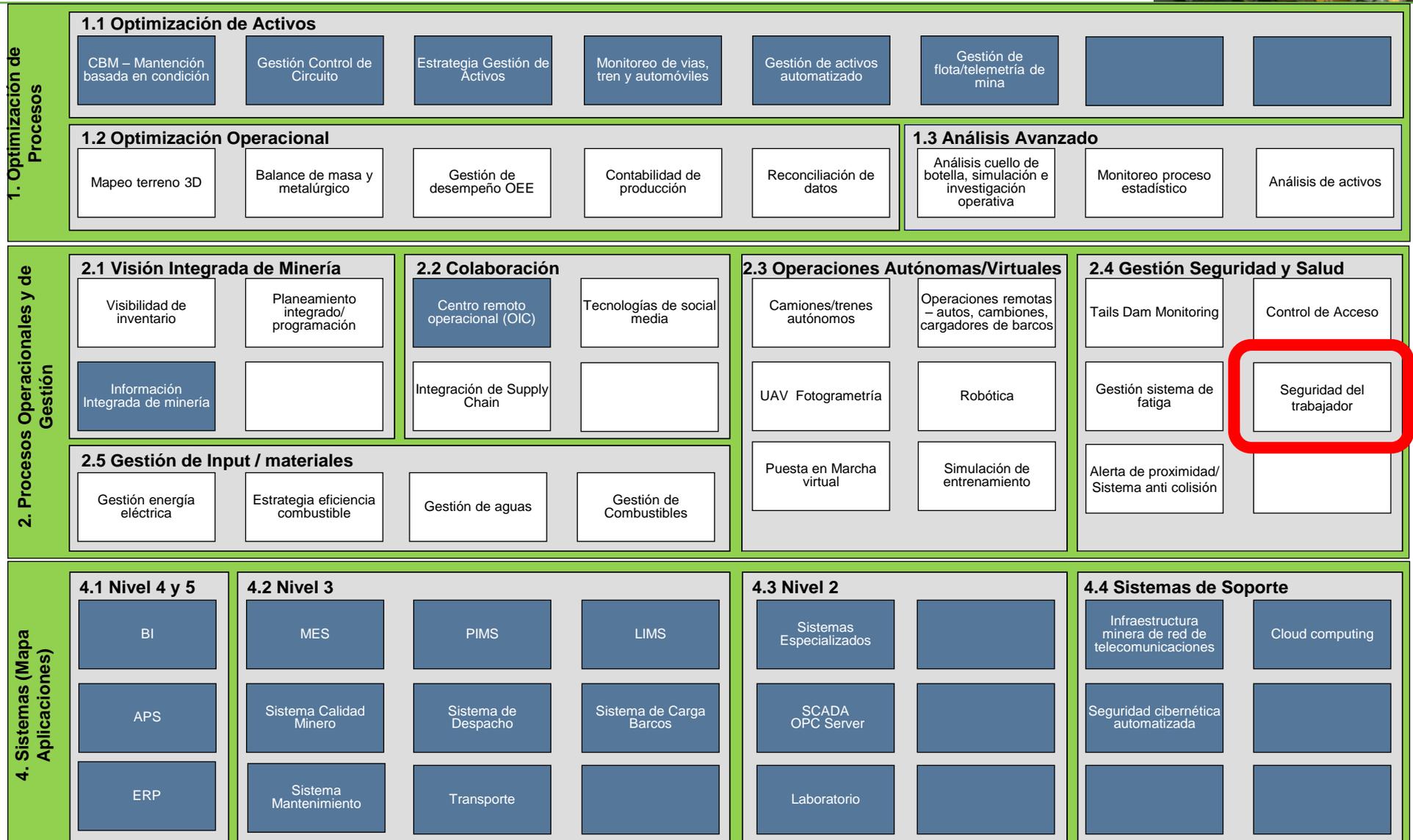
Tecnologías

Gestión de Activos

Seguridad & Protección

# Minería Virtual “on a Page”

## Información Minera Integrada



# EHS – Salud y Seguridad Medioambiental



## Mantener a los mineros seguros y sanos

- Reducir presencia humana en áreas peligrosas: mineros autónomos continuamente u operaciones
- Reemplazar humanos por robots para tareas peligrosas: lavado de camiones, remplazo de neumático de camiones, etc.
- Uso de detector de gas, monitor de salud y seguimiento dentro de la mina
- Mejor ventilación dinámica de la mina
- Reducción de polvo usando aspiradoras y rociadoras de agua
- Reducir cinta transportadora / tolva de desbordamiento
- Reducción de derrame de ácido en procesos hidrometalúrgicos
- Reducción de fluoruro en fundición de aluminio usando depuradores secos
- Monitoreo de tanques de relave y pendientes

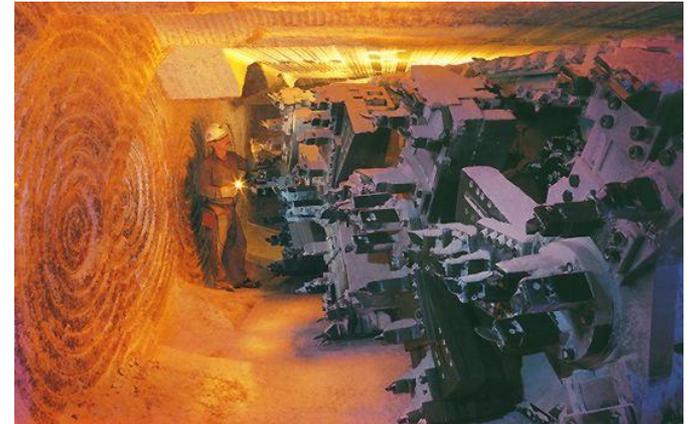


Figura: Marietta Miner in a potash mine

# EHS – Salud y Seguridad Medioambiental



## La mina del futuro será más segura y tendrá una menor huella humana

- Reemplazar los equipos de lavado por robots de lavado automático para los vehículos mineros
- Incremento de productividad y calidad de procesos: Tiempo de lavado reducido en un 50%, incrementar confiabilidad, ahorros de energía, agua y productos químicos
- Mejoras de seguridad – disminuir riesgo operacional e insalubridades
- Mejoras logísticas – Aumentar disponibilidad de vehículos para la mina
- Maximizar utilización de activos



HOY



EN EL PASADO

# EH&S: Detección de gas y rastreo de personas



Trabajador con detector de gas inalámbrico 30m sobre tierra

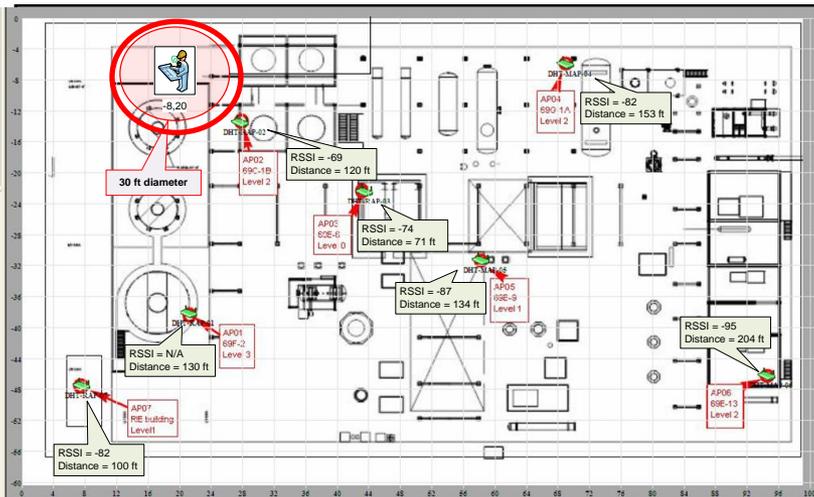
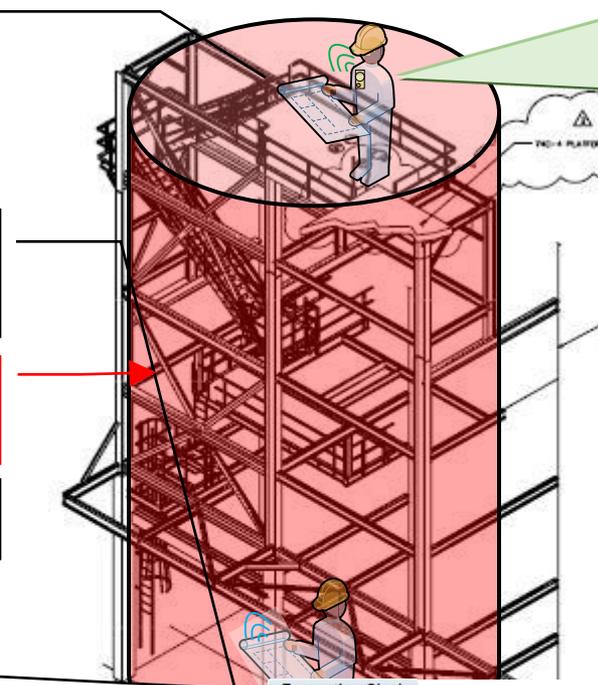
Aplicación provee posición del trabajador relativa al nivel del suelo

Primer ayudante usa un dispositivo móvil para localizar la posición relativa al nivel del suelo

Operador es buscado relativo a las coordenadas de la alarma (sobre o debajo)

Trabajador es localizado con éxito

Gas tóxico detectado y posición transmitida inalámbricamente a la sala de control con una alarma



Monitoreo de evacuación

Evacuation Clock

Evacuation Event Start: Trigger alarms, sirens, strobes, etc.

Dynamic counts of all personnel in the selected area by Muster status

Alerts panel

Mustering station status indicators and equipment profile

List of people gets populated based on the selected button  
 [In Area, Mustered, Not Mustered]  
 First Responders flagged in GREEN  
 > Name [Click] opens Map for fast search

Fuente: **AeroScout**  
**CISCO**  
**accenture** **ISOMETR**

# Seguridad Cibernética



Hoy en día IT y OT están conectados en la mina moderna y algunos riesgos modernos emergen...



Cyber Security Solution

2,852,611 MWh/yr 376,679 MWh/yr

accenture

High performance. Delivered. Defense Offerings and Assets

**Protect against and pursue cyber threats with a complete and trusted security shield**

In today's geopolitical landscape, cyber warfare is a critical issue for defense and intelligence agencies. You face the constant threat of Internet security breaches from a new breed of enemy. These unseen perpetrators threaten connectivity among sensors and communications links, advanced weapons systems, vital information in military Web-enabled applications and critical infrastructure.

In this environment, attackers have the advantage against heterogeneous approaches based on reactive remediation rather than proactive protection. Cyber terrorists need just one small success to damage national security. Winning the cyber war demands that agencies get total, proactive prevention to protect against and pursue cyber threats.

• Consulting • Technology • Outsourcing

- Estamos viviendo un tiempo aterrador. Weikleaks, Stuxnet, Duqu, Flame y otras amenazas ponen la seguridad de la información en el foco de la industria. Sistemas automatizados están ahora conectados a compañías de TI y utilizan herramientas y activos estándares.
- Stuxnet fue un hecho relevante para la automatización en el 2010. Los gerentes de automatización creían que los ambientes industriales estaban a salvo de virus. Stuxnet posee foco en Siemens PLCs y Windows OS.
- Los ataques pueden tener varias motivaciones y pueden dañar la producción, activos y reputación de la compañía. Las empresas desean evaluar sus arquitecturas y conocer el riesgo para ser mitigado de forma consistente
- ISA-99 es la mayor referencia para la seguridad de la información en los sistemas de automatización hoy en día.

# Evaluación de Seguridad Cibernética



## ISA 99 ofrece una guía para evaluación y mitigación de riesgos

- Una evaluación de seguridad cibernética es necesario para mitigar riesgos
- Las áreas para evaluar incluyen:
  - Inventario de sistemas de automatización, redes y dispositivos
  - Definición de políticas, procedimientos y roles
  - Identificación de problemas de seguridad lógicos y físicos de automatización
  - Plan para gestión de incidentes
  - Prácticas para Gestión del Cambio
  - Procedimientos para sustentabilidad

Políticas de seguridad y procedimiento

Seguridad Física

Seguridad de Infraestructura

Control de Acceso

Seguridad Lógica

Gestión de Incidentes

# Perguntas??



Constantino Seixas Filho, MSc  
*Senior Executive*

Accenture  
Afonso Pena, 4001- 9th floor  
Belo Horizonte / MG  
Brazil

Phone: +55 31 3289-7700  
[constantino.seixas@accenture.com](mailto:constantino.seixas@accenture.com)