



NÚCLEO TRACCIONANTE 1: MINERÍA INTEGRADA E INTELIGENTE

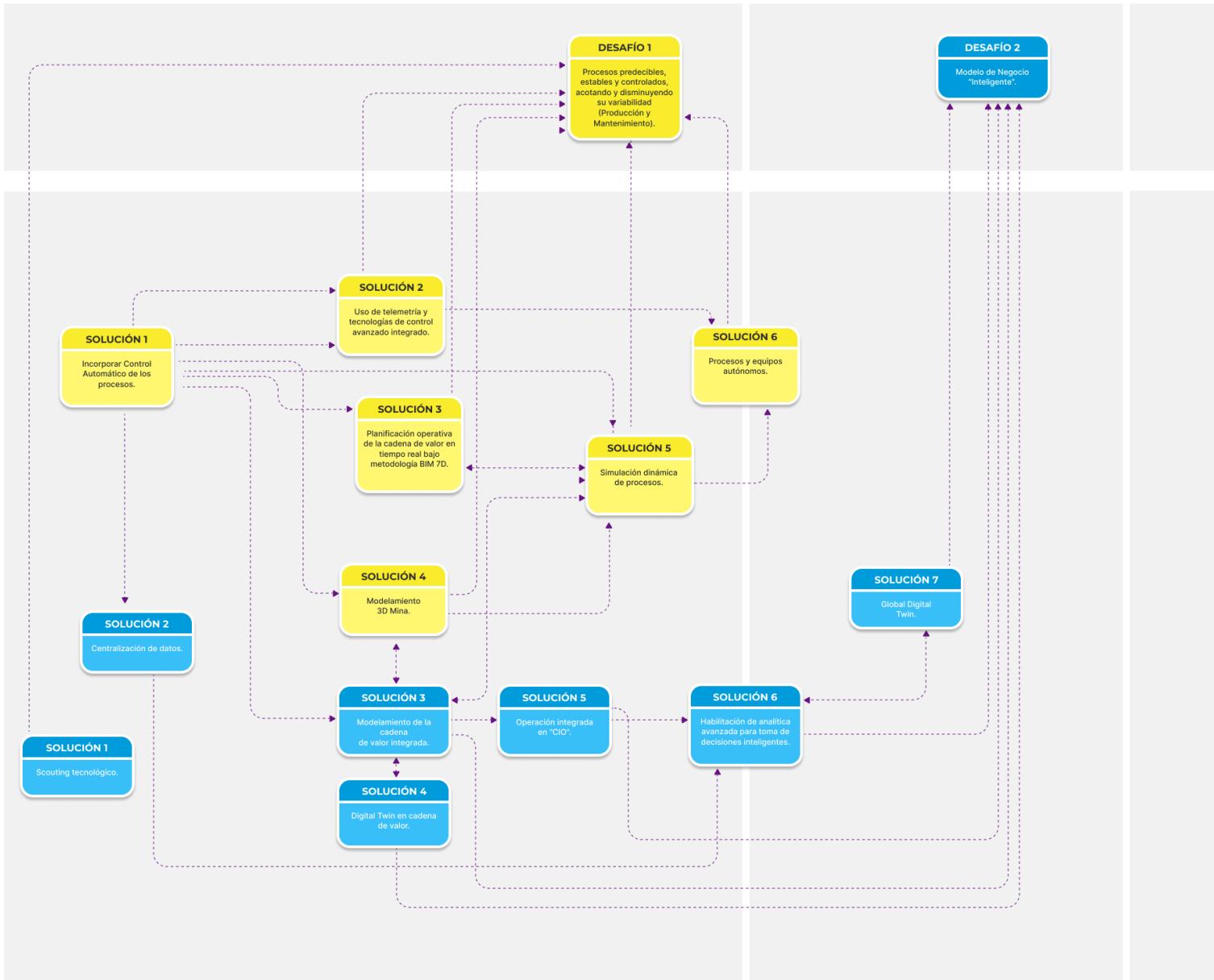
I CORTO PLAZO
(2020/2025)

II MEDIANO PLAZO
(2025/2030)

III LARGO PLAZO
(2030/2035)

DESAFIOS

SOLUCIONES





NÚCLEO TRACCIONANTE 1: Minería Integrada e Inteligente

La implementación de Tecnologías 4.0 facilitan la integración horizontal del proceso minero para disminuir la variabilidad y aumentar la predicción y estabilidad, mejorando la toma de decisiones del negocio.

Desafío 1

Mediano plazo

Contar con procesos predecibles, estables y controlados, acotando y disminuyendo su variabilidad (Producción y Mantenimiento)

La integración de equipos autónomos y con control remoto, entre otras soluciones tecnológicas, permiten mantener los procesos estables y controlados, que, conjugados con las diferentes técnicas de simulación dinámica de procesos, permiten predecir resultados, disminuir la variabilidad, mantener las operaciones en control y reducir el riesgo a las personas y la operación. Lo anterior deriva en ofrecer condiciones de trabajo seguras y también alcanzar una mejora sustancial de la productividad operacional, impactando en forma relevante en la sustentabilidad del Negocio Minero. Por otro lado, el crecimiento del mercado está impulsando una mayor atención hacia la seguridad y la salud de las personas, incentivando la adopción de soluciones de IoT (Internet de las Cosas) e incrementando la implantación de equipos autónomos. Sin embargo, la falta de mano de obra altamente calificada y la accesibilidad de una infraestructura eficiente limitan el crecimiento del mercado. El funcionamiento de los equipos mineros inteligentes requiere personal capacitado para obtener su máximo aporte y reducir los accidentes en el sitio. Así pues, la falta de mano de obra calificada puede obstaculizar el crecimiento del mercado. Por el contrario, se prevé que el endurecimiento de la legislación ambiental, por parte de los gobiernos ofrezca oportunidades para el crecimiento del mercado de la minería inteligente.

Solución: Incorporar Control Automático de los procesos

Los avances en el conocimiento y aplicaciones del control automático en todas sus formas, movido por el crecimiento exponencial del uso de las tecnologías de información y comunicaciones en todos los ámbitos del negocio minero, hacen factible lograr la automatización de la mayoría de los procesos, o los más relevantes, de la cadena de valor a mediano plazo. Lo anterior permitiría optimizar la utilización de activos a través de la operación autónoma, permitiendo reducir la variabilidad de los procesos y, de esta forma, lograr mayores niveles de eficiencia y recuperación, con un adecuado control. En este sentido es indispensable, disponer de un servicio que facilite el cambio de prácticas y evite que los sistemas de automatización se vuelvan obsoletos, manteniendo sus beneficios a largo plazo. Para la adecuada implementación de la automatización en estos los procesos, se requiere un profundo cambio en la gestión y cultura de las compañías mineras; puesto que se requerirá de la actualización de todos sus modelos, dado el cambio en los procesos productivos, que significa la introducción de nuevas tecnologías.

Solución: Uso de telemetría y tecnologías de control avanzado integrado

El uso de telemetría permite a las faenas mineras, registrar, transmitir y almacenar datos en tiempo real, que tienen el potencial de utilizarse para realizar análisis precisos y desarrollar algoritmos operativos, los cuales son implementados por los sistemas de control avanzado. Los datos recolectados pueden transformarse en información vital para mejorar los aspectos de seguridad, eficiencia, predicción y principalmente reducción y control de costos operacionales, ya que se pone en control el margen para cometer errores e improvisar. Aunque esta tecnología tiene un gran potencial para innovar en minería, depende de la industria utilizar estos datos para poder aumentar la productividad y los beneficios.

Solución: Planificación operativa de la cadena de valor en tiempo real, bajo metodología BIM 7D

La metodología BIM (Building Information Modeling) 7D, va más allá de tener un modelo geométrico tridimensional para el manejo de un proyecto. Esta incluye un modelamiento basado en datos que tiene en cuenta, además de la Geometría, otras dimensiones como Tiempo, Costos, Ambiental y Mantenimiento. Este nuevo enfoque aplicado a la minería, permite generar resultados reales, minimizar costos, optimizar plazos y facilita la interacción entre las partes relacionadas. Uno de los principales beneficios, que presenta su implementación, es la posibilidad de anticipar el desempeño y costos de los procesos mineros, al incorporar o modificar variables y componentes en equipos relevantes del proceso como chancadores, molinos, celdas de flotación o filtrado, de manera de seleccionar la combinación más eficiente, económica y segura durante el ciclo de vida completo de la faena.

Solución: Modelamiento 3D mina

El éxito de un proyecto de explotación minera depende en gran medida de la comprensión integral de la geometría tridimensional de cada depósito. Este conocimiento puede obtenerse construyendo modelos tridimensionales para evaluar la mejor secuencia económica de la recuperación del yacimiento, su nivel de riesgo, el modelo geotécnico y geomecánico, su distribución de las leyes de mineral y de contaminantes, etc. Esto permite tener un conocimiento robusto del yacimiento en cada una de las diferentes etapas de proyecto y su operación.

Solución: Simulación dinámica de procesos

Tener una sólida comprensión de las operaciones y del impacto de los factores externos críticos que puedan afectar sus procesos, se convierte en un componente necesario para lograr que una compañía minera sea sustentable. Los modelos de simulación dinámicos, no sólo abordan asuntos operacionales que afectan la viabilidad de las inversiones, sino también otras preocupaciones a las que se enfrentan las empresas de la industria minera, como factores ambientales, entre otros. Una de las mayores ventajas de la simulación dinámica de procesos, es que permite un cambio dinámico que va más allá de la prefactibilidad. A medida que el proceso de producción evoluciona dentro de los parámetros, pueden cambiar los datos y adaptarse a los factores externos e internos, lo que permite cambiar las proyecciones, actualizar los equipos en el sistema, y ajustar los procesos a medida que el diseño evoluciona. En general, utilizar modelos de simulación dinámicos en los procesos mineros, permite ampliar las proyecciones, evaluar las suposiciones y tomar decisiones con mayor información de por medio.

Solución: Procesos y Equipos autónomos

Dentro de la visión de la minería 4.0, está alcanzar un alto nivel de autonomía en los procesos y equipos que integran la cadena de valor. El monitoreo mediante el uso de telemetría y control remoto de equipos mineros, permite automatizar procesos unitarios como el de perforación, tronadura, y transporte. Los nuevos equipos automatizados que se utilizan para realizar estas tareas son más rápidos, más precisos y pueden cubrir más área en menos tiempo. La eficiencia se obtiene a través de operaciones continuas y consistentes, mejores comunicaciones y una infraestructura reducida; además de reducir la exposición al riesgo de trabajadores, situándolos en salas de control remoto desde donde puedan operar el equipo a una distancia segura. El mundo se está desarrollando y utilizando actualmente equipos autónomos para una amplia variedad de funciones; tal es el caso de los camiones mineros de extracción CAEX sin conductor, los cuales operan en muchas operaciones minera a rajo abierto, siendo la División Gabriela Mistral de Codelco, pionera en su uso.



NÚCLEO TRACCIONANTE 1: Minería Integrada e Inteligente

La implementación de Tecnologías 4.0 facilitan la integración horizontal del proceso minero para disminuir la variabilidad y aumentar la predicción y estabilidad, mejorando la toma de decisiones del negocio.

Desafío 2

Mediano plazo

Modelo de Negocio "Inteligente"

La concepción de un modelo de negocio minero Inteligente, debe girar en torno a la integración de toda su cadena de valor de principio a fin, e implica la migración a un modelo productivo asociado a la industria 4.0, en el que tecnologías como el Internet de las cosas, la analítica avanzada, el digital twin, la robótica y el uso de Inteligencia Artificial, son actores preponderantes para conseguir mejores productos y procesos más eficientes; además de generar nuevas oportunidades de negocio.

La Minería Inteligente depende en primera medida de la digitalización de sus procesos, por lo que su modelo debe tener en cuenta, los profundos impactos que la tecnología disruptiva tendrá en cuanto a la toma de decisiones, el requerimiento de nuevas competencias y habilidades para la implementación de dichas aplicaciones, además de la optimización en el uso de recursos como el agua y la energía.

Solución: Scouting Tecnológico

Para lograr un modelo de negocio inteligente dentro de una compañía minera, desde la visión de la minería 4.0, se debe establecer un programa de vigilancia tecnológica permanente, donde se identifiquen las tecnologías emergentes, se canalice la información referente a éstas y se apoye consecuentemente la adquisición de dichas tecnologías, de acuerdo al potencial impacto en sus procesos mineros particulares. La vigilancia tecnológica es un método que puede reducir el tiempo que transcurre entre los avances tecnológicos y su detección por parte de la industria, mediante el análisis de proveedores tecnológicos, patentes o publicaciones. En este sentido, la identificación y el uso de fuentes externas de conocimientos cobra especial relevancia en la actualidad, dada la creciente complejidad que implica la globalización.

Solución: Centralización de datos

El hablar de centralización de datos, significa que todos los datos que genera una operación minera, se encuentren disponibles en una plataforma centralizada, de fácil acceso para los interesados; lo que contrasta con la realidad de hoy, donde los datos son dispersos y están almacenados en varios equipos y servidores. Integrar y sincronizar los datos provenientes de distintas fuentes en una sola plataforma de control, permitiría aprovechar los datos de forma limpia y directamente de los clientes, productos y proveedores, además de los datos operacionales de todos los procesos asociados a la cadena de valor.

Habilitar una plataforma centralizada e integrada de datos, permitiría generar una mejor calidad de ellos, más eficiencia operacional, así como tener una mejor disponibilidad y visibilidad de los mismos. Esto es de gran importancia, por la complejidad de la información que se maneja en las operaciones mineras; lo que además ahonda en la imperiosa necesidad de adoptar estándares de interoperabilidad de datos a nivel de industria.

Solución: Modelamiento de la cadena de valor integrada

La cadena de valor de la industria minera, representa cada una de las etapas y los procesos por los que pasa un proyecto minero para producir su producto final. Este sector particularmente divide sus actividades en dos niveles: Las tareas de apoyo, como lo son la administración de recursos humanos, el desarrollo tecnológico, entre otras; y, en segundo lugar, las labores primarias como el abastecimiento, exploraciones, logística, operaciones, distribución y comercialización. Para responder transversalmente a los desafíos de la minería 4.0, es necesario que, en una etapa temprana de la hoja de ruta, se desarrolle un modelo estratégico de la cadena de valor, desde una visión completamente integrada de todos sus procesos; lo que permitirá a las compañías mineras, identificar donde enfocar sus esfuerzos para la digitalización de los procesos, de acuerdo a cada caso en particular.

Solución: Digital TWIN en la cadena de valor

Un gemelo digital es una réplica digital de activos físicos, procesos, personas, lugares, sistemas y dispositivos reales, que pueden utilizarse con diversos fines. Dentro de sus potenciales usos en la industria minera, se debe considerar, por ejemplo, la inclusión de un gemelo digital de aprendizaje para personal de diversas áreas de trabajo, lo cual permitirá realizar una rápida simulación de las opciones de planificación, tronadura, metalurgia y control de procesos.

La visualización de un gemelo digital permitirá descomponer los silos operativos existentes y, a su vez, crear diferentes escenarios y situaciones operativas y de planificación, con el fin de disponer en línea de soluciones, permitiendo la integración y uso de equipos multidisciplinarios y transversales. Además, al simular el equipo, la maquinaria y todo el proceso de trabajo, los involucrados podrán probar nuevas metodologías in situ en sus procesos de trabajo más cruciales, de una manera muy rentable, porque no se requerirá capital para averiguar con precisión qué es lo que realmente funciona y qué no, con la ventaja de que la simulación mediante gemelos digitales permite utilizar exactamente la misma maquinaria y equipo.

Solución: Operación Integrada en CIO (Centro Integrado de Operaciones)

Minimizar la variabilidad, predecir comportamientos operativos, incrementar el rendimiento de los activos, reducir la exposición al riesgo, entre otros desafíos, requieren de acciones coordinadas por parte de las compañías mineras, las cuales se facilitan con la digitalización. En este sentido, los Centros Integrados de Operaciones (CIO), tienen un rol protagónico para aportar valor al negocio minero, a través de la integración total de la operación minera, para lograr mejoras globales en el desempeño más allá de la optimización parcial de los procesos.

Entre muchos de los beneficios que entrega un CIO, están la gestión integrada de procesos, la habilitación de inteligencia de negocio y el direccionamiento estratégico, con miras a capturar el máximo potencial del negocio en forma sostenida. Dicho esto, la visión de un CIO debe ser multidimensional, y debe contar con el diseño de elementos tecnológicos y de gestión transversales a la operación, en tiempo real, con modelos integrados y dinámicos que habiliten el control operativo, táctico y estratégico.

Solución: Habilitación de Analítica Avanzada para toma de decisiones inteligentes

Las empresas mineras generan grandes volúmenes de datos a partir de equipos y procesos, pero solo una fracción de éstos se utiliza realmente para mejorar la toma de decisiones; no obstante, con la adopción del Internet de las Cosas (IoT), se espera que el volumen de datos que se manejen supere significativamente a los generados en la actualidad. Los recientes avances en el aprendizaje automático (Machine Learning) y el análisis de datos (Data Analytics), permiten a las compañías mineras, aprovechar los datos tomados de distintas fuentes, dentro y fuera de la cadena de valor, para proporcionar apoyo a la toma de decisiones en tiempo real y conocimientos sobre la probabilidad de sucesos futuros.

La Analítica Avanzada permite analizar gran cantidad de datos para identificar distintas tendencias en los procesos, al igual que oportunidades de mejora, que los humanos no pueden ver a simple vista; además, el poder reunir y analizar todos los datos de producción y procesos de una operación minera, mediante la aplicación de técnicas de Analítica Avanzada, ayudaría a identificar los cuellos de botella operacionales o los patrones de pérdidas, mejorar el mantenimiento predictivo y aumentar la eficiencia de las operaciones cotidianas.

Solución: Global Digital Twin

El desarrollo de un Gemelo Digital Global (donde se incorporen todos los procesos mineros), dará a las compañías mineras la capacidad de crear versiones digitalizadas de sus componentes, los cuales se actualizan en tiempo real por medio de sensores o etiquetas localizados en los equipos físicos. La capacidad de crear una representación digital de un activo físico, puede proporcionar datos importantes sobre el estado de cada uno de ellos. Los datos reunidos, pueden agilizar el programa de mantenimiento de una mina, al predecir posibles interrupciones antes de que ocurran, y así reducir, por ejemplo, el riesgo de que se produzca una parada no programada en cualquiera de sus procesos mina - planta.

Al dar a los equipos de trabajo de las distintas áreas que conforman la cadena de valor, la capacidad de simular rápidamente cambios en sus procesos, sin riesgo para la operación real e independientemente de lo grande o pequeños que estos sean; se elimina la presión asociada a la comisión de errores, se estimula la creatividad y, por ende, la posibilidad de optimizar los resultados.