

TRANSFORMACIÓN DIGITAL



En el edificio corporativo de Santiago, inauguramos este año el Centro Integrado de Operaciones Estratégico, “cerebro” de los centros tácticos de la empresa, ubicados en Calama, Los Andes y Rancagua.

La transformación digital es uno de los pilares estratégicos para la transformación de Codelco, cuyo objetivo principal es capturar valor para el negocio, aumentando la productividad/eficiencia, seguridad, inclusión y calidad de vida de los colaboradores.

En este ámbito, nos desplegamos principalmente en cinco ejes:

- **Automatización** de procesos productivos mina/planta.
- **Analítica avanzada** en procesos de mina y concentradora (MinCo), recursos hídricos y mantenimiento predictivo.
- Estrategia corporativa de **Centros Integrados de Operaciones** Tácticos y Estratégico.
- **Proyectos fundacionales**, tales como redes LTE (Long Term Evolution, tecnología de banda ancha inalámbrica), ciberseguridad IT/OT (Tecnologías de la Información y Tecnologías de la Operación), nube y continuidad operacional IT/OT.

- **Automatización de áreas de apoyo** en ámbito SAP y de aplicaciones al negocio.

Automatización de procesos productivos

Mina: en 2021 desarrollamos diversas ingenierías, compra de suministros e inicio de montaje para sumar a nuestros emblemáticos camiones de extracción (CAEX) autónomos de la División Gabriela Mistral, cuatro equipos similares en la División Ministro Hales junto a Caterpillar-Finning y otros cuatro en la División Radomiro Tomic junto a Komatsu.

Asimismo, adjudicamos los contratos para desplegar perforadoras autónomas y telecomandadas en las divisiones Andina, Gabriela Mistral y Radomiro Tomic, tanto de producción como de precorte, las que serán comandadas a distancia y operarán en zonas de caídas de roca, con una valiosa ventaja de seguridad.

Adicionalmente, tras realizar pilotos industriales exitosos, en 2021 iniciamos la operación de palas LHD en Chuquicamata Subterránea y en distintas minas de El Teniente, donde también contamos con tres camiones autónomos subterráneos, a los que se sumarán otros cuatro, **para avanzar hacia el objetivo de contar con la primera mina subterránea con carguío y transporte inmediato 100% autónomo.**

Planta: con sistemas de control avanzado de procesos, acercamos las operaciones a su límite técnico. La aplicación de esta tecnología permite, en primera instancia, estabilizar los procesos, reduciendo su variabilidad de manera considerable, para luego optimizar e incrementar sus rendimientos en tiempo real.

Tras lograr importantes resultados en el área del chancado secundario-terciario de Radomiro Tomic, en 2021 estas optimizaciones se replicaron en las respectivas plantas de Gabriela Mistral y El Teniente, con lo que logramos incrementos de rendimiento sobre 2%, y reducciones de variabilidad entre 20% y 40%. De igual manera, implementamos este sistema tanto en la planta de Chuquicamata como en el área de molienda y flotación de Ministro Hales, con notables resultados.

Con miras a la sustentabilidad de nuestros activos, finalizamos de manera exitosa la virtualización del sistema de control de la planta concentradora de El Teniente, reduciendo de manera considerable los puntos de falla y mejorando la mantenibilidad en el tiempo.

También logramos migrar el sistema de control de la planta de molibdeno de Chuquicamata en tiempo, calidad y sin impactos a la operación, dejándolo en la última versión tecnológica disponible, lo cual permitirá habilitar sistemas de control avanzado para alcanzar optimizaciones y mejoras en rendimiento en los próximos años.

Analítica avanzada

En 2021 desplegamos la analítica avanzada y el uso de algoritmos matemáticos en las operaciones de la compañía, para generar predicciones y recomendaciones operacionales y, así, optimizar la producción de cobre fino, bajar costos operacionales y aumentar la seguridad.

En estos procesos ha sido esencial la configuración de equipos humanos con talentos multidisciplinarios de alto desempeño que integran habilidades técnicas y operacionales.

El proyecto “Acá está el dato; la fuente única” estableció este año un gobierno de información efectivo, con procesos, estándares y roles definidos para lograr el monitoreo y la calidad necesaria, con el objetivo de ahorrar tiempo y facilitar el acceso a los datos a todas las personas, ubicado en un único Data Lake Corporativo.

En la División Chuquicamata optimizamos el proceso desde la mina hasta la concentradora (MinCo) logrando un aumento de 2% de cobre fino (CuF) al año. En Ministro Hales trabajamos en los procesos de trazabilidad de minerales y espesadores, logrando un incremento aproximado de 1% de CuF anual.

Otro ejemplo es el desarrollo de la analítica avanzada para la optimización de oferta y demanda hídrica en la División El Teniente, con un aporte de 0,22% de aumento anual de CuF y una optimización de, aproximadamente, 7.500 m³ en recuperación de agua.

Además, iniciamos este año la incorporación de analítica avanzada al mantenimiento predictivo. El punto de partida fue la División Radomiro Tomic, donde ya tenemos implementado un vanguardista sistema que representa

un aporte de valor de US\$ 7 millones al año, que se escalará a Chuquicamata y El Teniente el año próximo.

En el ámbito de *business intelligence*, tenemos más de 1.600 reportes publicados, muchos de ellos con accesos *mobile*; más de 75 paneles y *dashboards* de la empresa, y contamos con una estructura de personas o *champions* en todas las divisiones, con quienes trabajamos con una mirada corporativa, con foco en la autogestión, para tomar decisiones basadas en datos.

Estrategia corporativa de centros integrados de operaciones tácticos y estratégico

En noviembre de 2021 entró en funcionamiento la fase 2 de nuestro Centro Integrado de Operaciones Estratégico (CIO-E). Se trata de la ampliación de este polo tecnológico ubicado en el centro corporativo de Codelco en Santiago Centro, cuya primera etapa entró en marcha en 2020.

Pionero en su especie en Chile, dado que funciona como un verdadero cerebro central que habilita tecnología de punta para la explotación de datos asociados a los procesos productivos de todos los centros de operaciones de la Corporación, complementa las funciones de los tres Centros Integrados de Operaciones Tácticos (CIO-T) ubicados en Calama, Los Andes y Rancagua.

En el CIO-E más de 25 analistas de sistemas, expertos en procesos, desarrolladores de proyectos, consultores expertos, entre otros, están a cargo del análisis y optimización de procesos productivos, apuntando a generar e incrementar el valor del negocio a través de la transferencia de las mejores prácticas, la maximización y optimización de los activos, la aplicación de analítica avanzada y el control de actividades estratégicas.



Adicionalmente, una de las novedades de la nueva etapa del CIO-E es la integración de indicadores socioambientales de cada centro de operaciones de la compañía, lo que constituye una valiosa herramienta tecnológica para analizar y seguir el cumplimiento de los compromisos de desarrollo sustentable de Codelco.

Proyectos fundacionales

Tecnología LTE habilita comunicaciones de alta confiabilidad en las operaciones

En 2021 Codelco consolidó la operación de nuevas carreteras de comunicación basadas en Tecnología LTE en las divisiones Radomiro Tomic y Ministro Hales.

Esta red inalámbrica conecta el 100% de la flotas CAEX al interior de las minas rajo, con una señal de alta calidad, mayor velocidad de transmisión y altos niveles de seguridad.

Las redes LTE utilizan la misma tecnología 4G de la telefonía celular, pero en una banda privada, enfocada sólo en el ambiente operacional de nuestra compañía. Las principales ventajas son la mayor cobertura, potencia y ancho de banda; altos niveles de seguridad; gran cantidad de usuarios conectados y baja latencia, características que permiten integrar un creciente número de datos que aportan a una mejor integración en nuestras operaciones e implementan de manera confiable la tecnología de los camiones autónomos. En esta misma línea, este 2021 diseñamos e iniciamos el proceso de licitación de la red LTE de Rajo Inca y, también, el diseño y la construcción de las bases técnicas de la red LTE para el rajo de la División Andina.

Ciberseguridad IT/OT

En 2021 desplegamos un proyecto de ciberseguridad de tecnologías IT/OT (de la información y de la operación), para hacer converger las tradicionales del mundo IT

(protección de redes y bases de datos administrativas), con la protección de las redes operacionales OT, parte fundamental en el control de nuestras operaciones. Para ello, **implementamos bloques de ciberseguridad enfocados a proteger el conjunto de redes que soportan los procesos de producción en cada una de nuestras divisiones.**

En paralelo, y dada la gran cantidad de ciberataques que reciben todas las industrias, implementamos una potente campaña de comunicaciones internas para concientizar a los equipos de Codelco respecto de los riesgos a los que están expuestos y de qué manera deben actuar.

Servicios IT/OT

Otro avance durante 2021 tiene relación con el despliegue de una nueva mesa de servicios IT/OT con un importante socio tecnológico como IBM. Este cambio significativo de cara a los usuarios y el negocio está enfocado en tres pilares fundamentales:

- Poner al usuario y al negocio en el centro
- Autogestión y autoservicio
- Inteligencia artificial y automatización de procesos

Estas herramientas también son fundamentales para el desarrollo del teletrabajo estructural y la atención remota de los usuarios.

Acuerdo con Microsoft

También durante 2021 establecimos un convenio con Microsoft que se enmarca en tres pilares principales: analítica avanzada, infraestructura de migración y academia digital. Esta última es una instancia de aprendizaje que se puso en marcha con el objetivo de fortalecer la cultura digital de trabajadores y trabajadoras.

Continuidad operacional OT

Fortalecimos los servicios de mantención y soporte a las distintas tecnologías OT, sistemas de control automático, redes y comunicaciones, para beneficiar la continuidad de marcha de los procesos productivos, incorporándolos en las actividades de mantención, mejora continua y proyectos de las plantas.

Durante 2021 generamos un modelo de atención que brinda continuidad y soporte 24/7 a la totalidad de los servicios, entre ellos, al CIO táctico en el Distrito Norte, los servicios tecnológicos en Chuquicamata Subterránea, el tercer espesador en Ministro Hales y el exitoso traslado del sistema despacho en la misma división. Además, incorporamos pruebas funcionales de los sistemas anticolidión Collision Avoidance System (CAS) entre vehículos menores y equipos mayores en la División Chuquicamata, las cuales permitieron conformar un estándar corporativo con respecto a la tecnología y su correcta implementación en las minas rajo.

Continuidad operacional de aplicaciones

Avanzamos en la actualización de las plataformas que soportan las aplicaciones de la compañía, por lo cual realizamos un *upgrade* y una migración de aplicaciones hacia nuevas plataformas soportadas, priorizando las aplicaciones críticas, entre ellas los sistemas de pesaje y transporte carretero, embarque y operaciones portuarias, gestión aduanera, guías de despacho electrónicas y laboratorio.

Automatización de áreas de apoyo

Desde 1998, SAP es la principal plataforma de aplicaciones sobre la cual se ejecutan los procesos de negocio de de nuestra empresa. En el marco de la transformación digital en la cual estamos inmersos, este año iniciamos los trabajos de preparación para migrar del sistema SAP al nuevo sistema S/4HANA (la nueva generación de la Business Suite de SAP), para lo cual realizamos las pruebas con el apoyo de SAP Chile con el fin de evaluar el impacto y definir la estrategia de migración.

En el ámbito SAP, durante 2021 ejecutamos importantes proyectos para mejorar y optimizar los procesos, entre ellos, el de Gestión para un Mejor Abastecimiento, GEMA (implementación de nuevas funcionalidades de Ariba); el corporativo de Gestión de Mantenimiento, las mejoras en el sistema de SuccessFactors y la optimización de los procesos de bodega, al llevar las transacciones al sistema Fiori.

En el mundo de las aplicaciones “no SAP”, potenciamos el uso de aplicaciones de RPA (Robotic Process Automation) y, actualmente, contamos con 25 aplicaciones de este tipo en operación, aplicaciones de apoyo a la gestión Covid y diversas plataformas que apoyan los procesos de negocio. Además, estamos desplegando en las áreas corporativas y divisionales el desarrollo de soluciones conocidas como Bajo Código para responder en forma oportuna a diversas necesidades de negocio.

**En el ámbito SAP,
durante 2021 ejecutamos
importantes proyectos
para mejorar y optimizar
los procesos, entre ellos, el
de Gestión para un Mejor
Abastecimiento, GEMA.**
