

RENOVADA APUESTA POR LA INNOVACIÓN

La innovación, como uno de los ejes habilitadores de la estrategia y negocio futuro de Codelco, busca abordar los desafíos de corto, mediano y largo plazo, creando valor y dando sustentabilidad al negocio minero.

Durante 2021 avanzamos en instalar procesos y herramientas del modelo de innovación abierta, para desarrollar proyectos en línea con nuestros importantes desafíos. Esto implica un relacionamiento activo con el ecosistema de I+D+i+e (investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento), que entrega capacidades complementarias a las de nuestra organización. De este modo, impulsamos con fuerza el trabajo colaborativo con proveedores, centros tecnológicos, universidades, empresas mineras y otros múltiples actores. Este modelo permite obtener resultados de forma rápida y con mayor flexibilidad, además de compartir el riesgo e inversión con otros involucrados.

Avances en desafíos estratégicos de largo plazo

En este contexto, consolidaremos la visión de futuro y avanzaremos en los siguientes focos y

desafíos estratégicos de largo plazo: lixiviación de sulfuros, minería subterránea de altos esfuerzos, preconcentración, lixiviación *in situ*, potenciamiento de las fundiciones, gestión de impurezas, aguas y relaves.

• Lixiviación de sulfuros

Desde hace algunos años, hemos desarrollado un programa experimental para avanzar en el proceso de lixiviación para recuperar sulfuros de baja ley. Durante 2021 desarrollamos pruebas en laboratorio para definir las variables óptimas de operación del proceso y se inició un pilotaje que busca evaluar la recuperación del método en minerales calcopiríticos. Los buenos resultados del programa experimental han permitido ofrecer una alternativa tecnológica competitiva como opción a la concentradora en el proyecto Fase II de la División Radomiro Tomic.

● Gestión de impurezas

En sus yacimientos de la zona norte, Codelco posee concentrados con alto contenido de impurezas (arsénico, zinc, etc). Para abordar este importante desafío estamos buscando soluciones que involucren la preconcentración en mina y chancado, la flotación selectiva de enargita y el desarrollo de procesos que permitan tratar los concentrados complejos.

● Minería subterránea de altos esfuerzos

Nuestras minas subterráneas, cuyas operaciones se proyectan en mayores profundidades en los próximos años, presentan nuevos desafíos geomecánicos y la necesidad de mantener la productividad de sus métodos de explotación.

Se proyecta que algunas técnicas que hemos aplicado exitosamente, como el preacondicionamiento, resulten menos efectivas en niveles profundos, lo que desafía a generar nuevas soluciones que permitan mantener la productividad y seguridad en los procesos. Por otra parte, en 2021 validamos la aplicación de resinas para mejorar la cohesión y condiciones del macizo rocoso, tanto en minería subterránea como en rajo abierto.

Avances en desafíos tácticos de corto plazo

Ejecutamos pruebas de validación e implantación de soluciones de corto plazo, tales como la tecnología para detectar inchancables, que disminuye los atollos en el chancado primario; el monitoreo de variables relevantes de polines en correas, que reduce la probabilidad de detenciones no programadas; la

aplicación de mechas drenantes para ripios, que mejora la penetración de soluciones de lixiviación, y la incorporación de sensores para la operación de hidrociclones, que acrecienta la recuperación de cobre en flotación.

Electromovilidad

En línea con los desafíos de sustentabilidad de Codelco, hemos sido pioneros en la estructuración de un programa de descarbonización de procesos. A continuación, se detallan algunos de los proyectos implementados con este fin en 2021:

- **GHG Alliance Komatsu:** nos constituimos en la empresa fundadora de la alianza que nos agrupa junto a las mineras Rio Tinto, BHP y Boliden, con el propósito de diseñar en conjunto camiones de extracción (CAEX) cero emisiones, considerando variadas tecnologías como *trolley*, baterías de litio y celdas de combustible de hidrógeno. Esto generará un alto impacto, dado que nuestro mayor consumo de combustible diésel hoy se atribuye a los CAEX.
- **Primera flota de buses eléctricos reconvertidos:** en 2021 estrenamos los primeros siete buses 100% eléctricos utilizados para transportar personal en el interior de la mina subterránea, vehículos originalmente a diésel reconvertidos a eléctricos por la empresa Reborn en Rancagua.
- **Charge on Challenge:** nos incorporamos como empresa patrocinadora en el desafío de innovación abierta lanzado a nivel internacional desde Australia, para desarrollar infraestructura de carga eléctrica para CAEX, en el que participamos con un equipo multidisciplinario para analizar las propuestas recibidas.

Alianzas y el modelo de relacionamiento

Durante 2021 materializamos diversos convenios y acuerdos de trabajo conjunto en el marco del modelo de innovación abierta. Entre ellos, destaca el **Memorándum de Entendimiento con el Swedish Mining Innovation (SMI)**, clúster minero de innovación sueco, que ha permitido abordar desafíos conjuntos, tales como la minería subterránea profunda, la productividad y la gestión del cambio, además de la automatización y electrificación de equipos y procesos.

Firmamos convenios de desarrollo tecnológico con el Advanced Mining Technology Center (AMTC) de la Universidad de Chile, para potenciar la innovación en procesos mineros y en exploraciones, y con la Universidad de Concepción, cuyo foco principal es el desarrollo tecnológico en metalurgia extractiva y pirometalurgia.

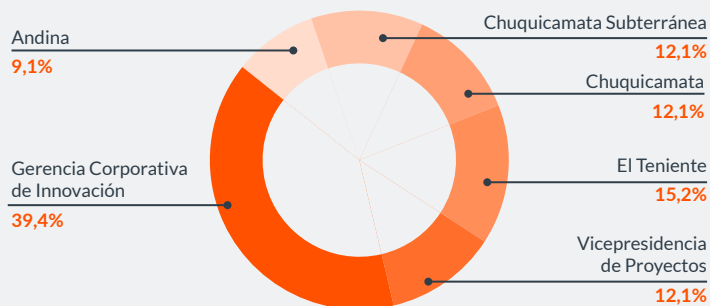
Resaltan también el vínculo con empresas mineras como Newcrest, Rio Tinto, LKAB y Boliden, para discutir y abordar desafíos comunes, y el estudio de reología (ciencia que analiza la deformación y el flujo de los materiales) junto a la Universidad de Concepción. Éste permitirá conocer las variables de operación de los espesadores para aumentar la recuperación de agua y el tratamiento de las plantas, sin que crezca el riesgo operacional.

Vigilancias tecnológicas y convocatorias a desafíos de innovación

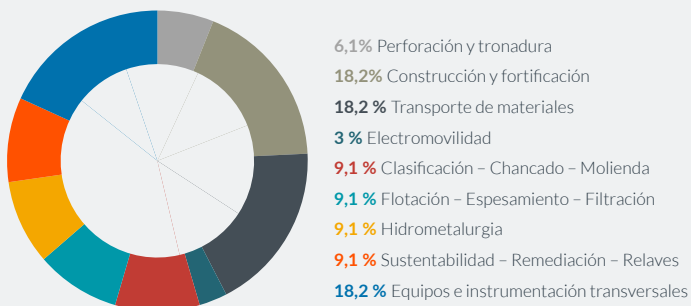
Durante 2021 ejecutamos 32 estudios de vigilancia tecnológica y 11 prospecciones *demo day* (convocatorias abiertas a desafíos de innovación), a través de la plataforma Expande de la Fundación Chile, que permitieron identificar cerca de 390 proveedores tecnológicos.

Vigilancias tecnológicas:

Distribución de prospección según origen de solicitud



Principales focos y temáticas de estudio



Open Codelco-propiedad intelectual

En este período impulsamos una iniciativa que invita al ecosistema a proponer ofertas técnico-económicas y definir condiciones de licenciamiento para usar las patentes de invención y propiedad intelectual de Codelco, facilitando el desarrollo de tecnologías y la obtención de valor a partir de este importante acervo de activos intelectuales de la Corporación.

Esta iniciativa contempla la habilitación de una plataforma en la que los concurrentes podrán informarse y participar activamente de este espacio colaborativo.

Generación de conocimiento

Desde 2016 el concurso **Piensa Minería** ofrece apoyo económico y reconoce el mérito innovador de los proyectos de tesis que estudiantes de doctorado están desarrollando en diferentes áreas del conocimiento, los que impactan de manera positiva en el desarrollo sustentable de la minería. En la edición 2021 entregamos seis distinciones a candidatos a doctor de distintas universidades del país, cuyo foco ha sido la minería profunda, la metalurgia extractiva, las exploraciones, la electromovilidad y el hidrógeno verde.

Valor para el negocio

El valor generado por los proyectos de innovación en Codelco ha ido incrementándose durante los últimos años. Desde 2017 hemos medido el aporte de los proyectos implementados sobre la base del Valor Actual Neto (VAN) e incorporamos, recientemente, una revisión periódica para estimar la captura real de valor. Durante 2021 pusimos en marcha 17 proyectos en las distintas operaciones de la compañía, con un VAN estimado de US\$ 100 millones a cinco años.

