

EL APORTE DE VALOR DE LA INNOVACIÓN CORPORATIVA



La innovación es uno de nuestros **habilitadores estratégicos** y una herramienta imprescindible para enfrentar, de manera ágil y efectiva, un entorno desafiante que cambia cada vez más rápido. En este contexto, en medio del proceso de transformación que estamos abordando corporativamente, ser innovadores es una necesidad para que nuestra empresa sea más eficiente, competitiva y sustentable, y siga **contribuyendo al desarrollo de Chile**.

Para abordar estos desafíos, focalizamos nuestro quehacer en una estrategia basada en un modelo de innovación abierta, que propicia la **interacción con el ecosistema** para combinar capacidades y conocimientos internos y externos, en la búsqueda de soluciones transformadoras que se apliquen con menores tiempos, costos y riesgos, y que aseguren su sostenibilidad en el tiempo.

El cambio a un esquema de trabajo que hoy conecta directamente a nuestra compañía y sus operaciones con el ecosistema de innovación, y no a través de nuestras filiales tecnológicas, nos llevó este año a formar **alianzas de cooperación y desarrollo**, las cuales nos permitirán compartir experiencias y atraer capacidades relevantes para resolver nuestros desafíos de corto, mediano y largo plazo.

Algunos de los problemas a los que nos enfrentamos son leyes decrecientes de mineral, yacimientos cada vez más profundos, concentrados y con altos grados de impurezas. Para abordarlos hemos focalizado nuestro quehacer en dos ámbitos:

- a) **Innovación disruptiva**, para abordar con una cartera de proyectos de innovación los desafíos de largo plazo, tanto para cumplir los compromisos en materia de sustentabilidad como para aumentar las reservas mineras, a través del desarrollo de nuevas tecnologías.
- b) **Innovación incremental**, con proyectos focalizados en mejorar la competitividad de nuestras operaciones en el corto y mediano plazo, con la implementación de tecnologías desarrolladas y transferencias tecnológicas de otras áreas.

INNOVACIÓN DISRUPTIVA

Durante 2020, logramos importantes avances en el desarrollo de tecnologías asociadas a los siete ejes estratégicos de innovación disruptiva que definimos:

- **Lixiviación de sulfuros:** hemos avanzado en un programa experimental que nos ayudó a evaluar distintas tecnologías para lixiviar sulfuros en diferentes etapas de madurez. Basados en los buenos resultados obtenidos, estamos progresando en el diseño físico de nuevas pruebas de validación a mayor escala, para extender la vida útil de las plantas hidrometalúrgicas de manera rentable y sustentable, además de habilitar nuevos recursos mineros.

- **Minería subterránea de altos esfuerzos:** desarrollamos una hoja de ruta para enfrentar los desafíos geomecánicos y aumentar la productividad de nuestros métodos de explotación, considerando los desafíos generados por la profundidad de los nuevos niveles de la División El Teniente y el inicio de las operaciones subterráneas en la División Chuquicamata. En línea con estos temas, avanzamos en el desarrollo de estudios para optimizar técnicas como el fracturamiento hidráulico para debilitar la roca y reducir esfuerzos, y para profundizar el conocimiento respecto de las operaciones en un macizo rocoso sometido a condiciones de altos esfuerzos.
- **Lixiviación *in situ*:** hemos trabajado en adaptar esta técnica de explotación (que viene de la minería del uranio), para contar con un método de explotación menos invasivo que el tradicional y que incorpore minerales que hoy no son factibles de aprovechar. Para ello, durante el año identificamos los yacimientos en los que sería más probable incorporar esta tecnología y generamos los antecedentes necesarios para realizar una prueba de validación industrial.
- **Preconcentración:** con el decrecimiento de las leyes en los últimos años, es imperativo introducir innovaciones que mejoren la selectividad del mineral procesado para reducir consumos específicos de agua y energía. Durante el año evaluamos distintas tecnologías disponibles en el mercado e identificamos el impacto que pueden tener si las incorporamos a las operaciones. Esto nos permitió identificar las de mayor interés, con las cuales desarrollaremos pruebas *in situ* para validar los beneficios de su aplicación.

- **Procesamiento de impurezas:** este año identificamos una alternativa para tratar los polvos generados en las etapas de concentración y fundición, a través de un proceso de tostación, que contribuya con la sustentabilidad y disminuya los costos.
- **Agua y relaves:** en nuestros estudios analizamos los riesgos a los que nos vemos enfrentados en las operaciones para alcanzar el cumplimiento de las normativas, como también para disminuir el consumo de agua y mejorar la estabilización física y química de nuestros relaves. Para esto, identificamos tecnologías que serán evaluadas a escala piloto *in situ*, que nos permitirán desarrollar las más apropiadas para nuestras operaciones.

Otro de nuestros focos de acción relevantes es incorporar equipos mineros de vanguardia, para lo cual identificamos y probamos vehículos teleoperados y autónomos que mejorarán la eficiencia de los procesos y las condiciones de seguridad a las que se exponen los(as) trabajadores(as).

Con este objetivo, durante 2020 ejecutamos pruebas de validación industrial de camiones subterráneos autónomos, que habilitarán importantes ganancias de productividad en los niveles más profundos de la División El Teniente. Estos ensayos se complementan con los realizados en 2019, con camiones LHD semiautónomos probados en el mismo centro de trabajo y que entraron a régimen operacional normal. En conjunto con el desarrollo de estas pruebas, realizamos un modelo de escalamiento para ingresar estos equipos a otras operaciones de la Corporación.

En esta misma línea, estamos comprometidos con integrar la electromovilidad a las operaciones. Para esto, ya habíamos probado equipos en los procesos de soporte, con buses eléctricos en Chuquicamata y El Teniente. Tras los buenos resultados en las experiencias iniciales, este año trabajamos en identificar otros vehículos, entre ellos los de operación minera. Contamos con un plan de pruebas de validación, además de alianzas para adquirir las capacidades necesarias que viabilicen estos proyectos.

Durante el año realizamos estudios para profundizar el entendimiento sobre el uso y las aplicaciones del hidrógeno verde, específicamente para los camiones de extracción (CAEX) de nuestras divisiones. A partir de un estudio conceptual realizado en Gabriela Mistral, que también estamos orientando a Radomiro Tomic, podremos comprender con mayor detalle toda la cadena de valor del hidrógeno, desde su generación hasta la eventual evolución de las flotas divisionales.

El hidrógeno verde puede transformarse en un insumo crítico que plantee la necesidad de crear un *roadmap* compatible con las metas corporativas y las condiciones reales de nuestras operaciones. Para este estudio, exploramos el ecosistema a partir de una vigilancia tecnológica que nos permitió generar un mapa de *stakeholders* a lo largo de toda la cadena relacionada al hidrógeno y su aplicación en la minería.

INNOVACIÓN INCREMENTAL

En el marco de una cartera de proyectos orientada a nuestros desafíos en el corto plazo, la Gerencia Corporativa de Innovación está desarrollando, en conjunto con las

divisiones, una serie de proyectos incrementales que entreguen beneficios rápidamente.

Durante 2020, implementamos diez iniciativas que traen aparejados importantes beneficios económicos, medioambientales y de seguridad.

Algunos ejemplos de estos proyectos:

- **Sensores de combustible no invasivos CAEX:** estos instrumentos proveen al despachador de la mina una herramienta eficaz para gestionar de mejor manera el envío de los CAEX a abastecerse de combustible, aumentando su autonomía y, por lo tanto, dando una mayor continuidad operacional a este proceso. Estos sensores, que no son invasivos y tienen una confiabilidad alta, han sido incorporados en camiones de Gabriela Mistral y Radomiro Tomic.
- **Sensores de llenado molienda SAG:** este proyecto entrega a los operadores de la planta información sobre el nivel de llenado de los molinos SAG que, a su vez, a través de la aplicación del Modelo de Potencia de Hogg & Fuerstenau permite alcanzar una condición óptima de operación del molino. Este proyecto se ha aplicado en las divisiones Chuquicamata, Andina y Ministro Hales.
- **Inyección de microburbujas a la flotación de limpieza:** esta iniciativa modifica la tecnología de inyección de aire en las celdas columnares para generar microburbujas de un diámetro menor a 1 mm en el proceso de flotación. Este cambio, que mejora la recuperación de cobre y molibdeno, especialmente en las

partículas más finas, se implementó en Andina y, tras sus buenos resultados, se está transfiriendo a Ministro Hales.

PROSPECCIÓN Y VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La búsqueda de tecnologías en el ecosistema de innovación es crucial para incorporar las mejores soluciones y tomar óptimas decisiones en la ejecución de proyectos innovadores.

Por esta razón, durante 2020 realizamos 39 búsquedas de tecnologías para responder a las problemáticas corporativas más relevantes. De éstas, 16 las realizamos a través del canal de “Innovación abierta” de Expande de la Fundación Chile, a través del cual nos conectamos de forma colaborativa con proveedores y otros actores, concretando cuatro *Demo Days*.

Además, en el contexto de la pandemia, monitoreamos activamente el ecosistema e identificamos soluciones tecnológicas que se alinearon con las necesidades para mantener activas las operaciones de nuestros centros de trabajo. A estas acciones, se suma nuestra participación en la iniciativa gestionada por el programa Expande, que lanzó una convocatoria para reconocer soluciones innovadoras de rápida implementación en el sector minero respecto de la crisis sanitaria y que contó con más de 200 postulaciones, principalmente relacionadas con la detección temprana de contagios y la sanitización de espacios.

Aporte de valor de proyectos implementados

Como una forma de asegurar que el esfuerzo que realizamos en el área de innovación genera beneficios que son cuantificables para el negocio de nuestra compañía, anualmente realizamos un proceso para medir el aporte de valor de nuestros proyectos. Durante 2020, se han implementado diez proyectos, los que tienen una estimación de VAN calculado a cinco años que alcanza los US\$ 100,2 millones.



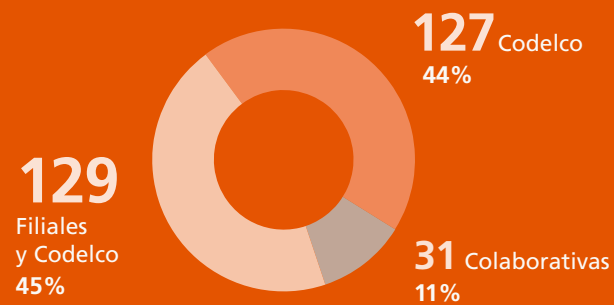
PROPIEDAD INTELECTUAL

PATENTES NACIONALES 1975-2020

287
Total de patentes
solicitadas

189
Concedidas

Distribución de las 287 patentes, según solicitantes:



PATENTES NACIONALES 2020*

5
Total de patentes
solicitadas

8
Concedidas

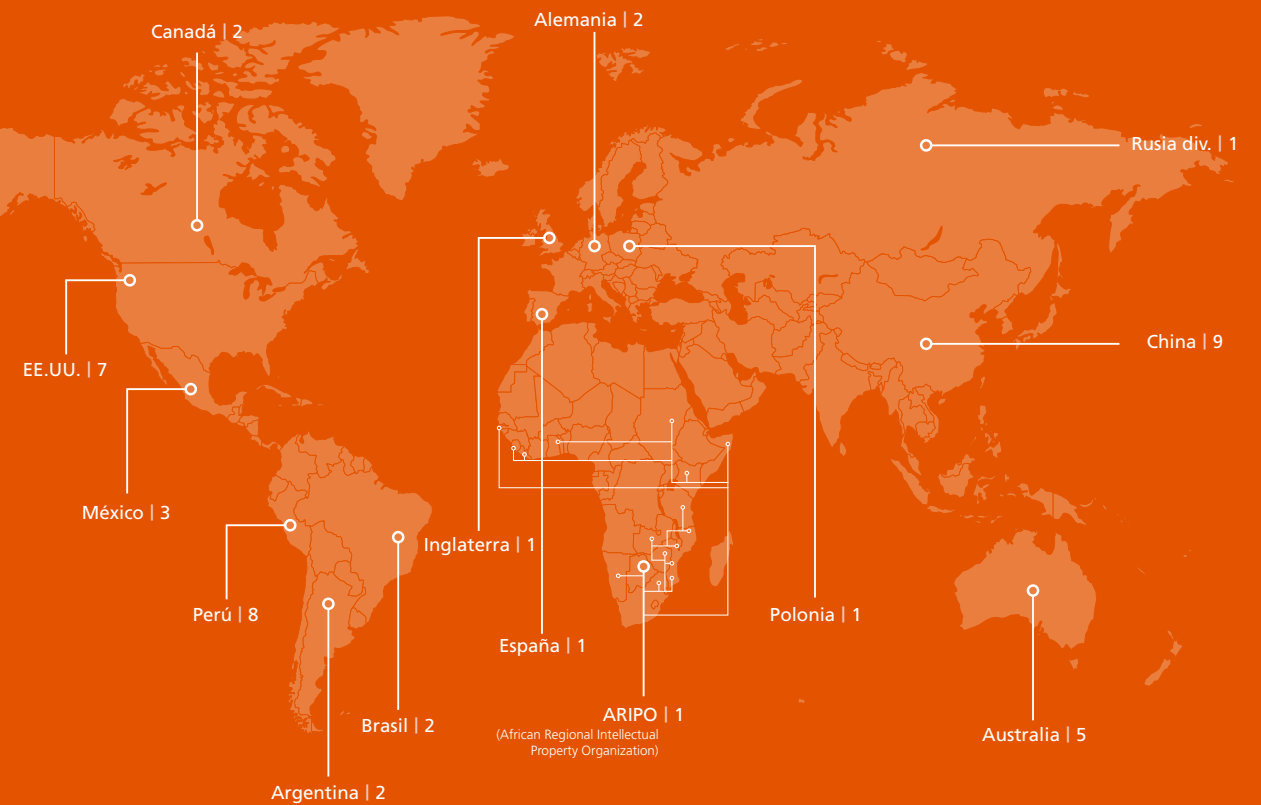
*El número de patentes concedidas en un año puede ser mayor al de solicitadas, pues las primeras pueden haber estado en proceso desde años anteriores.

PATENTES INTERNACIONALES

132
Total de patentes
solicitadas

8
Solicitudes
presentadas en 2020

DISTRIBUCIÓN DE PATENTES INTERNACIONALES DE CODELCO VIGENTES Y EN TRAMITACIÓN, POR PAÍS EN QUE SE SOLICITARON



51 patentes vigentes o en trámite a nivel internacional