

Innovación

Las nuevas ideas y la innovación tecnológica son el combustible con el que buscamos impulsar la transformación que Codelco necesita para enfrentar los complejos desafíos de la minería del siglo XXI.

La innovación es un pilar fundamental de nuestra estrategia corporativa. Nos permite mantener nuestra competitividad, mejorar el desempeño en nuestras operaciones y desarrollar ventajas que nos diferencien dentro de la industria minera.

En 2018 fortalecimos nuestro sistema de gestión y continuamos enfocados en la generación de valor de nuestros proyectos a través de una gobernanza más robusta y con direcciones de innovación divisionales más empoderadas. En vista de los innegables beneficios asociados a la automatización de los procesos, tanto en operaciones como en áreas transversales, continuamos con un portafolio de proyectos en esa línea.

Por su parte, CodelcoTech continuó apoyando la ejecución de proyectos de innovación de Codelco, con énfasis en los principales desafíos estratégicos de la Corporación.

Aporte de valor

Entendemos la innovación como el proceso de captura del conocimiento para transformarlo en valor económico. En los últimos tres años hemos implementado 48 proyectos que han generado importantes beneficios económicos, medioambientales y de seguridad.

En Codelco trabajamos en tres ejes: innovación incremental, innovación disruptiva y automatización.

a) Innovación incremental:

Apuntamos a que todas nuestras operaciones se renueven constantemente, gracias a la incorporación de nuevas tecnologías.

Facilitamos instancias de transferencia tecnológica entre nuestros centros de trabajo y conectamos sus desafíos operacionales con el ecosistema de innovación para identificar las mejores soluciones.

- **Sistemas de manejo de materiales:** consideramos el manejo de materiales como uno de los procesos relevantes para asegurar los resultados del negocio. En 2018 avanzamos en un proyecto de mantenimiento en paralelo del sistema de apilamiento y las líneas de chancado, que nos permitan aumentar su tiempo de utilización y disponibilidad.
- **Continuidad operacional:** avanzamos en la prueba e implementación del explosivo “cargas focales” y del explosivo moldeable en minas subterráneas, para realizar el proceso de reducción secundaria sin perforación. Esto permite un aumento de disponibilidad de las áreas productivas.

- **Gestión eficiente de activos:** buscamos mejores prácticas operacionales y una mejor planificación, con el fin de incrementar la utilización, disponibilidad y confiabilidad de los camiones de extracción, lo que genera el aumento de material movido y un ahorro de costos en el transporte de mineral.

b) Innovación disruptiva:

Enfocamos nuestra investigación y desarrollo en facilitar la conversión de recursos en reservas y en resolver desafíos de sustentabilidad. En ese sentido, continuamos con el desarrollo de nuevas tecnologías que nos permitan disminuir el riesgo de nuestros trabajadores, hacer más eficientes los procesos mineros y cumplir con requerimientos ambientales cada vez exigentes.

- **Equipos de carguío semiautónomos y camiones autónomos subterráneos en División El Teniente:** concluimos la validación industrial de equipos de carguío semiautónomos (LHD) utilizados en minería subterránea e iniciamos la licitación para realizar pruebas de un proyecto que nos permitirá viabilizar la operación bajo tierra de camiones autónomos, lo que implica construir una red de telecomunicaciones y adecuar los sectores de la mina para poder operar equipos que cuentan

Nuestros focos en 2018:

1. Generar valor a partir del conocimiento, sin dejar de lado la estrategia corporativa, las variables relevantes del negocio y los retornos sobre la inversión.
2. Responder a los distintos desafíos de nuestros clientes internos y proveer soluciones que aseguren la continuidad operacional y el desarrollo de ventajas competitivas.
3. Estar al tanto de las últimas tendencias y desarrollos tecnológicos con el fin de identificar las mejores soluciones para cada desafío, captando las mejores innovaciones disponibles.



con un sistema de navegación incorporado. Este proyecto nos permitirá mejorar la seguridad de las personas y contar con procesos más eficientes.

- **Mejoras en procesos de fundición y refinación:** terminamos el desarrollo de los estudios fundamentales para definir los criterios de diseño de un horno de fusión con toberas de alta presión, lo que dará paso a un proyecto de validación industrial para potenciar capacidades instaladas en nuestras fundiciones.

Trabajamos en el desarrollo de sensores y control experto para hornos de fusión y conversión continua, implementando los prototipos en el Convertidor Teniente de la Fundición Potrerillos. Avanzamos en la ejecución de estudios fundamentales que servirán de base para diseñar, planificar y ejecutar la prueba industrial de un convertidor continuo, que permita mejoras sustanciales y genere menos emisiones que el proceso convencional de conversión.

c) Automatización:

Queremos aumentar la productividad de las personas y llevar a la Corporación a la industria 4.0, para lo que deberemos acelerar la adopción de tecnologías maduras en operaciones actuales y proyectos, priorizando casos de uso con foco en productividad y sustentabilidad.

- **Centro Integrado de Operaciones (CIO) en División El Teniente:** este proyecto se encuentra en operaciones desde enero 2018 y permite operar y monitorear desde Rancagua los procesos de la planta divisional de manera integrada con la mina.

Este modelo de gestión de operaciones permite capturar grandes volúmenes de datos, los que se utilizan para desarrollar, por ejemplo, proyectos de analítica con importantes resultados en los procesos de molienda de la división.

- **Centro de Operaciones Remotas (COR) en División Ministro Hales:** se consolida la operación desde el COR con el desarrollo de optimizadores de los sistemas de control avanzado (Profit) y la incorporación de analítica de datos en los procesos de la concentradora y mantención. Este centro se prepara para recibir los sistemas de estabilidad de taludes de la mina.
- **PoC analítica de datos de operación de transporte en División Andina:** se ejecutó la prueba de concepto, que permitirá recuperar alrededor de 350 variables por segundo en los camiones de extracción mineros, con el propósito de desarrollar modelos predictivos de operación y mantenimiento.
- **Sistema corporativo de acreditación y credencialización de terceros en División El Teniente:** cerramos la última etapa de este proyecto para contar con un proceso corporativo único de acreditación y credencialización de contratistas.
- **Digitalización de áreas de apoyo en Casa Matriz:** se avanzó en implementar RPA (*Robotic Process Automation*) en procesos que ejecutan las gerencia corporativas de Contabilidad y Abastecimiento, para lograr mayores eficiencia en procesos de apoyo.

CODELCOTECH POTENCIA LA INNOVACIÓN ESTRATÉGICA

Tras su primer año de existencia, CodelcoTech continúa consolidando sus capacidades técnicas, tecnológicas y de innovación para desplegarlas en la búsqueda de soluciones a los desafíos estratégicos definidos por Codelco en el ámbito geológico, minero, metalúrgico, de seguridad y sustentabilidad. El mandato estratégico de nuestra filial tecnológica es generar y articular un portafolio de proyectos e iniciativas de alto impacto que estén alineadas con los focos de investigación y desarrollo (I+D) de la Corporación. Para ello, monitoreamos continuamente el ecosistema de innovación e identificamos a los actores nacionales e internacionales que exhiban las capacidades necesarias para resolver los grandes desafíos de nuestra empresa.





Innovación abierta

Valoramos y propiciamos la interacción de Codelco con diversos actores del ecosistema de innovación, para combinar capacidades y conocimiento interno y externo que se traduzcan en soluciones innovadoras que se generen en menor tiempo, costo y riesgo. Con ese propósito, mantenemos convenios con universidades, centros de estudio, proveedores y centros de pilotaje. Participamos, además, en la Plataforma de Innovación Abierta Expande, con la Fundación Chile, instancia en la que interactuamos con proveedores de diversas tecnologías de apoyo a la gestión, de mantenimiento, seguridad de las personas y automatización.

Concursos

- **Piensa Minería:** esta iniciativa tiene como objetivo apoyar el financiamiento de programas de tesis que contribuyan a avanzar en nuevas tecnologías

y conocimiento para el mundo de la minería. En la versión 2018 participaron alumnos de siete universidades y los ganadores recibieron apoyo financiero para su arancel o matrícula, manutención y otros gastos. Se destaca que un 30% de los participantes son mujeres y que los temas abordados van desde exploración hasta la sustentabilidad, pasando por las minas, plantas y fundiciones.

- **ReCupera:** realizamos una convocatoria de atracción y apoyo a emprendedores para desarrollar prototipos, a través de un programa de incubación. Las categorías fueron: nuevas aplicaciones del cobre para usarlo en recursos hídricos y energéticos, y revalorización de residuos mineros. Con la ayuda de CodelcoTech entregamos metodologías y apoyo continuo a emprendimientos que pudieron validar sus propuestas y obtener una retroalimentación de la industria minera.

Nuestra estrategia de propiedad intelectual

Para enfrentar nuestros desafíos estratégicos y lograr mantener la competitividad y sostenibilidad del negocio, uno de nuestros objetivos es innovar en forma abierta, fomentando colaboraciones y alianzas con diversos actores del ecosistema, para desarrollar e implementar tecnologías en los diversos procesos productivos.

Lo anterior implica gestionar la propiedad intelectual de varios proyectos, alineada con el modelo de innovación abierta, cautelando a su vez el valor y conocimiento creado en las iniciativas de I+D. Para

esto implementamos la vigilancia tecnológica que nos permite contar con información valiosa sobre los desarrollos tecnológicos de proveedores en la industria, que busca identificar nuevas tecnologías y proveedores a nivel global, y generar modelos colaborativos de desarrollo tecnológico con énfasis en derechos de opción sobre tecnologías, que incentiven al ecosistema a participar e involucrarse con nuestros desafíos, siempre preocupados de resguardar debidamente nuestra inversión.

El resultado de la gestión de propiedad intelectual nos ha posicionado como un referente en la industria, al contar con un portafolio significativo de derechos de propiedad industrial.

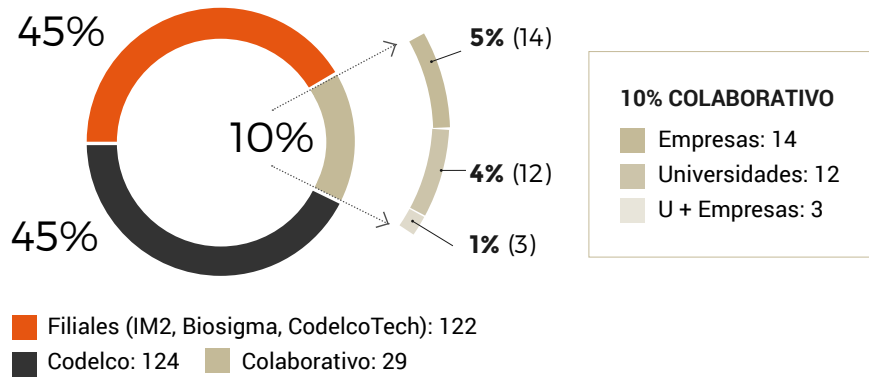
PATENTES NACIONALES (1975-2018)

La gestión sistemática sobre los activos de propiedad industrial que acompañan la trayectoria de la Corporación nos permite mantener el control sobre los activos intelectuales generados por los esfuerzos en innovación, ya sea que se hayan desarrollado de forma interna o en colaboración con el ecosistema.



| | DISTRIBUCIÓN NACIONAL | % |
|--|-----------------------|-------------|
| Codelco | 124 | 41% |
| Filiales de Codelco (IM2, Biosigma, Codelcotech) | 122 | 40% |
| Colaborativo | 29 | 9,5% |
| Universidades | 12 | 3,9% |
| Empresas | 14 | 4,6% |
| U + Empresas | 3 | 1% |
| TOTAL PATENTES | 304 | 100% |

Distribución según solicitantes de patentes en Chile



Vigilancia tecnológica

Realizamos una vigilancia tecnológica constante para tener una visión sistemática y global de áreas de interés, nuevas tecnologías, competidores, potenciales socios o aliados, y proveedores, con el objetivo final de tomar decisiones informadas, apuntando hacia la inteligencia tecnológica. Otros dos objetivos son estar al tanto de las nuevas solicitudes de patentes en Chile vinculadas a la minería y la metalurgia, y definir el curso de acción en torno a la protección industrial de nuestros desarrollos.

Proyección tecnológica

Durante 2018 realizamos 51 estudios de prospección de soluciones tecnológicas, con la siguiente distribución por temáticas:



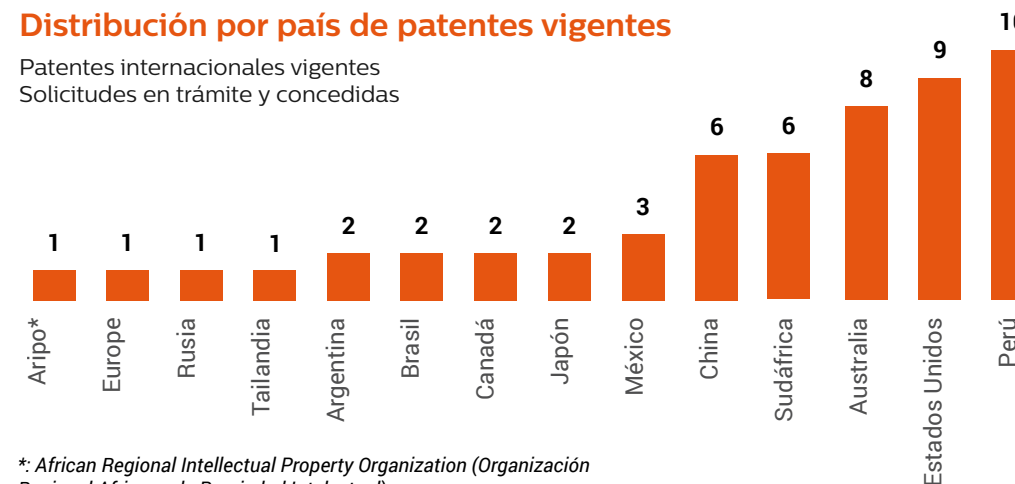
Patentes Internacionales

Considerando que la actividad que realizamos para desarrollar innovación y tecnología implica relacionarse con actores de distintas partes del mundo, los esfuerzos sobre la gestión de propiedad intelectual se ha extendido a otros 12 países, con los siguientes resultados:

- Total de patentes solicitadas: 104
- Solicitudes presentadas 2018: 7

Distribución por país de patentes vigentes

Patentes internacionales vigentes
Solicitudes en trámite y concedidas



*: African Regional Intellectual Property Organization (Organización Regional Africana de Propiedad Intelectual).