

Diciembre 2022

Levantamiento, análisis y sistematización de hojas de ruta para la minería

Estudio realizado por:

brinca.

Informe final

Levantamiento, análisis y sistematización de hojas de ruta para la minería

En este informe se presentan los resultados obtenidos del catastro y selección de proyectos, basado en el análisis de las principales hojas de ruta para la minería, así como distintos documentos de valor estratégico para el sector. Esta mirada panorámica se complementa con información obtenida mediante entrevistas con actores claves del ecosistema de innovación.



BRINCA.

Equipo Subsecretaría del Ministerio de Minería

Ricardo Cerda
Francisca Arriagada
Francisco Dall'Orso

Equipo Brinca

José Manuel Morales
Juviska Meza
Jelica Sapunar
Colomba Briones
Rodrigo Pereira
Victoria Lucena
Tania Eylerts
Cipriano Cortés
Patricio Vielma

Resumen

Actualmente, la Subsecretaría del Ministerio de Minería cuenta con información generada por las diversas Hojas de Ruta (HdR) o roadmaps y otros documentos estratégicos para el sector, que tienen por objetivo recomendar propuestas, orientar, planificar y guiar el desarrollo del sector minero en Chile. Estos antecedentes son fundamentales para el presente requerimiento, cuyo objetivo central es entregar lineamientos para la elaboración de un Plan Tecnológico Conciliador (PTC) y generar un portafolio de propuestas para proyectos de trabajo público o público – privado, desde la mirada de macronúcleos traccionantes y sobre proyectos específicos, todo esto según las capacidades del Ministerio de Minería.

Tomando en consideración lo anterior, Brinca (Morales, Martínez y Correa Consultores SpA), empresa consultora con más de 12 años de experiencia en investigación, innovación y transformación digital, adjudicó la licitación para ejecutar el proyecto.

Este proceso de consultoría culminará con una herramienta gráfica que entregue una vista general de los principales desafíos de la minería y los proyectos seleccionados de acuerdo con las capacidades del Ministerio, además de la información de los proyectos seleccionados, que den lineamientos para la construcción de PTC, gracias a la recolección de información de los distintos documentos revisados, las entrevistas con actores claves, y las reflexiones obtenidas desde las distintas mesas de expertos.

A continuación, les presentamos el resultado de este proyecto, comenzando con la explicación de la metodología del estudio, la descripción de las categorías de la herramienta multicriterio utilizada para la selección de proyectos, los proyectos efectivamente seleccionados y finalmente, la estructura del PTC.

Respecto a los proyectos seleccionados, se obtuvo un total de 287 proyectos, de los cuales 137 se provienen del análisis de las bases de datos de CORFO (actualizado al 2021), y 150 a partir de la revisión y análisis de los distintos roadmaps y documentos estratégicos para el sector minero, además de información obtenida desde las entrevistas a diversos actores claves y mesas de expertos. Del total de proyectos catastrados, se seleccionan 40 de acuerdo con la herramienta multicriterio aplicada.

En cuanto al Plan Tecnológico Conciliador (PTC), se estructura de acuerdo a las iniciativas seleccionadas, donde se describen las competencias, capacidades y potencial de articulación del Ministerio en cada uno de estos lineamientos, entregando recomendaciones para curso de acción y estrategias para abordar efectivamente cada iniciativa.

Finalmente, el proceso culminó con un workshop de transferencia y buenas prácticas ejecutado por Brinca, en donde se invitó a los distintos actores que participaron en las entrevistas y mesas de expertos, a hacer entrega de este insumo que consideramos fundamental para el ecosistema y permitirá abordar los desafíos de la minería del futuro de manera colaborativa y sinérgica.

Índice

01.

Introducción

02.

Objetivos

03.

Metodología

04.

Visión de futuro minería en Chile

05.

Proyectos seleccionados

06.

Hacia un Plan tecnológico conciliador (PTC)

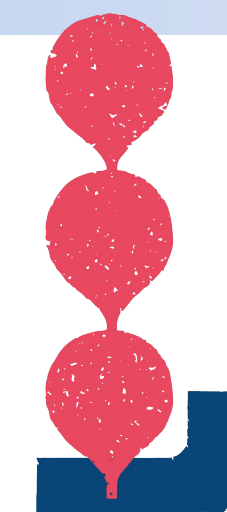
07.

Anexos



01.

Introducción



Introducción

La industria minera es un sector clave para el país. Por esta razón, existen numerosos actores que han trabajado en la identificación de distintos desafíos y oportunidades para el sector minero chileno. Estos esfuerzos se han visto materializados en distintos documentos y hojas de ruta que contienen diversas soluciones y requerimientos para la generación de capacidades tecnológicas en Chile, y en general, para articular un ecosistema minero que esté a la vanguardia de la minería a nivel mundial.

El presente trabajo, busca aunar estos esfuerzos con las capacidades del Ministerio de Minería, uno de los principales actores para el impulso del sector, además de incorporar como eje central la Política Nacional Minera 2050 y el plan del presente gobierno en estas materias.

En este informe, se aborda la explicación de la metodología del estudio, haciendo especial énfasis en los distintos tipos de recolección de información; para lo cual se utilizaron fuentes primarias y secundarias; la descripción de las categorías de la herramienta multicriterio de selección, y finalmente los proyectos seleccionados.

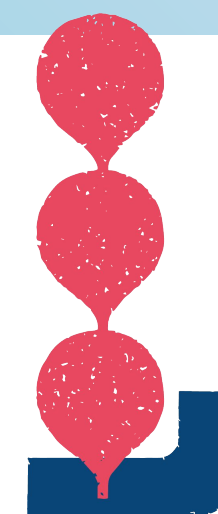
Se espera que esta herramienta gráfica permita facilitar la construcción del Plan Tecnológico Conciliador (PTC) que ayude a la toma de decisiones estratégicas para el Ministerio de Minería, basado en el conocimiento generado desde el ecosistema de innovación.





02.

Objetivos



Objetivo general

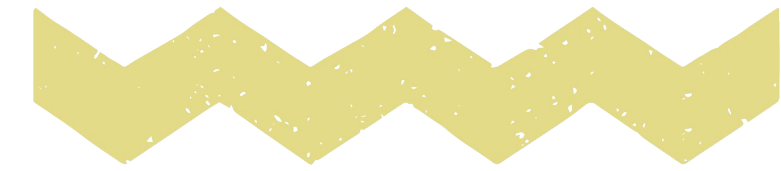
Sistematizar y conciliar las diferentes hojas de ruta (HdRs o roadmaps) para la minería y otros antecedentes asociados, con los principales desafíos de la industria.

La propuesta debe identificar y caracterizar las diferentes iniciativas de trabajo público, público-privado y privado, que aborden los desafíos planteados en las HdRs y documentos estratégicos mineros.

Definir las brechas de los proyectos y sus necesidades respecto a las capacidades del Ministerio de Minería y de otras instituciones públicas del ecosistema, que permitan acelerar el portafolio de proyectos catastrados.



Objetivos específicos

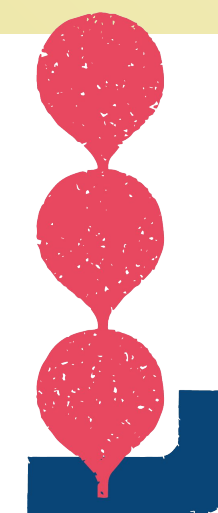


1. Levantamiento de información y generación de propuesta de trabajo. Esta información no se encuentra centralizada ni cuantificada, por lo que el servicio debe considerar.
 - a. Búsqueda de la información histórica asociada a hojas de ruta para la minería y otros documentos de similares características que se encuentren en fuentes de información secundaria. En adición, se debe integrar información desde una lista con los estudios detectados a la fecha por contraparte técnica de la subsecretaría de minería, que serán insumo para el servicio.
 - b. Generar propuesta de trabajo, desarrollo y elaboración de listado de preguntas para entrevistas con actores relevantes, generación de herramienta de priorización de iniciativas (basado en impacto de la iniciativa, mejoras o resultados obtenidos respecto de lo esperado, performance o rendimiento de acuerdo con el alcance de esta iniciativa, nivel de proximidad con Plan de Gobierno y alineamiento con focos de innovación de la DEPPM).
2. Levantamiento, análisis y sintetización de información primaria y secundaria obtenida. Por una parte, información primaria resultado de reunión con actores relevantes, además del análisis de información secundaria (obtenida desde fuentes secundarias) con el objetivo de identificar parámetros clave para la sistematización y priorización de iniciativas.
3. Levantar información respecto de las diversas iniciativas que han sido desarrolladas y que se plantean en los antecedentes. El objetivo es conocer el estado de avance que se ha alcanzado en cada iniciativa y los esfuerzos restantes para concretar dicha meta.
4. Sintetizar, agrupar y priorizar las diversas iniciativas desarrolladas en estas hojas de ruta para la minería o roadmaps, de acuerdo con focos de innovación DEPPM y los principales lineamientos descritos en Plan de Gobierno.
5. Generar una herramienta gráfica que permita reconocer la información sintetizada, agrupada y priorizada proveniente de hojas de ruta para la minería, documentos asociados e información primaria obtenida.
6. Generar y presentar lineamientos para la construcción de un plan tecnológico conciliador que permita conciliar toda la información analizada y de cuenta de los esfuerzos e iniciativas que puede impulsar el Ministerio para alcanzar dichos objetivos.



03.

Metodología



Metodología

22

Documentos
analizados

11

Entrevistas
realizadas

3

Mesas de
expertos

287

Proyectos
identificados y
analizados

10

Entrevistas a
actores del
mundo público
privado

20

Participantes en
las mesas de
expertos

40

Proyectos
seleccionados

1

Entrevista con el
Ministerio de
Minería

3

Tipos de
roadmap
explorados

Metodología

Para lograr los objetivos previamente mencionados y generar una propuesta de Plan Tecnológico Conciliador (PTC), se propuso una metodología de carácter descriptivo, basada en una triangulación de distintas fuentes de información, tanto primarias como secundarias.

Las fuentes secundarias fueron abordadas a través de una metodología de desk research, desde la cual se realizó un análisis sistemático de documentos y antecedentes relativos a las Hojas de Ruta para la minería en Chile y/o desafíos asociados a ella.

Esta información ayudó a identificar y caracterizar las categorías para la tabla de sistematización de antecedentes, que consiste en un catastro de los desafíos abordados en los principales roadmaps de la industria minera nacional y los respectivos proyectos existentes.

Además, sirvió como base para el desarrollo de las categorías de la herramienta de selección de proyectos, la cual se desarrolló en paralelo al análisis de fuentes secundarias. Esta herramienta responde a los lineamientos definidos por el Plan de Gobierno y se ha creado a partir de la lógica de una evaluación multicriterio, ya que es necesario utilizar una metodología que logre combinar las distintas dimensiones, objetivos, actores y escalas que se hallan envueltos en el proceso, sin sacrificar la calidad, confiabilidad y consenso en los resultados (Arancibia et al., 2011).

Cabe destacar que además del análisis de antecedentes relativos a roadmaps de la minería, se realizó un análisis de las bases de datos de CORFO, a fin de caracterizar el otorgamiento de financiamiento público a diversas entidades con el fin de ejecutar proyectos mineros o asociados a este sector.

Se estudiaron los siguientes instrumentos de financiamiento público: Ley de Incentivo Tributario a I+D o Ley I+D, y los subsidios: Crea & Valida, Consolida y Expande e Innova Alta Tecnología. El periodo de revisión fue entre los años 2018 y 2021.

Se buscaron proyectos que reflejaran las diferentes etapas de desarrollo de soluciones de base tecnológica, tales como: investigación básica, investigación aplicada, desarrollo de innovaciones científico tecnológicas, validación de prototipos mínimos viables, consolidación y apertura de nuevos mercados. Esto con el fin de realizar un levantamiento exhaustivo e integral de los distintos proyectos e iniciativas relativas al objetivo de estudio del presente trabajo.

Respecto de las fuentes primarias, se realizaron 11 entrevistas en profundidad con actores clave, y una entrevista con las jefaturas de división de la Subsecretaría del Ministerio de Minería. Además de estas instancias individuales, se generaron 3 mesas de expertos con foco en temáticas emergentes y de interés para el sector. A continuación, se describen en detalle ambas instancias.

Metodología

Se realizaron un total de 11 entrevistas en profundidad a distintos actores clave del ecosistema minero en Chile, con el objetivo de generar redes de confianza y obtener información sobre los proyectos existentes relacionados a los desafíos de los distintos roadmaps. El ciclo de entrevistas inició el 03 de Noviembre de 2022 y se extendió hasta el 07 de Diciembre del presente año.

Cabe destacar que una de las entrevistas tuvo como objetivo identificar las capacidades del Ministerio y las brechas existentes en ellas. Para esto se entrevistó a los jefes de las divisiones de Estrategia y Políticas Públicas Mineras, Fomento Minero y Desarrollo Sostenible. El detalle de estas entrevistas se encuentra en la tabla 1.

Además, y en la línea de las herramientas cualitativas de recolección de información, se llevaron a cabo tres mesas de expertos sobre temáticas emergentes de relevancia para el Ministerio de Minería. La temática de la primera mesa fue **Descarbonización** y se realizó el 17 de noviembre, la segunda fue sobre **Sustentabilidad** y se realizó el 18 de noviembre. La última tuvo como foco el desarrollo y los desafíos de la **Pequeña y mediana minería** y tuvo lugar el 22 de noviembre. Estas instancias tuvieron en promedio 7 asistentes.

Tanto las entrevistas como las mesas de expertos ayudaron a complementar la información obtenida en el desk research sobre los proyectos existentes.

De manera complementaria, se realizó una exploración de visualizaciones, mientras se realizaba el análisis de antecedentes y de instancias participativas. Esto con el fin de elaborar un entregable de alta calidad, que permita una fácil comprensión de la información presentada.

Todas estas actividades y metodologías propuestas van a ayudar a la correcta elaboración de los primeros lineamientos para el desarrollo de un portafolio de proyectos, que presentará la información primaria y secundaria sintetizada, priorizada, de acuerdo a las capacidades de ejecución y coordinación correspondientes al Ministerio de Minería. Este portafolio se basará en la herramienta gráfica elaborada previamente.

Para asegurar una transferencia del conocimiento generado, y con el fin de involucrar a los actores claves en este proceso, se realizará un workshop de transferencia e ideación cuyo objetivo será generar una instancia participativa y colaborativa para compartir el trabajo y los principales hallazgos de la sistematización de hojas de rutas realizadas.

A continuación, en la tabla 1 se presenta un cuadro resumen con los participantes de las entrevistas a la fecha. En la tabla 2, 3 y 4 se presentan los participantes de las distintas mesas de expertos, y luego se encuentra la tabla 5 con el resumen de los documentos revisados. Para finalizar el capítulo se presenta un esquema resumen de las metodologías utilizadas.

Entrevistas individuales

Tabla 1: Entrevistas realizadas

Persona entrevistada	Cargo	Fecha entrevista	Roadmap utilizado
Philippe Hemmerdinger	CEO TTM & Autopartner, Presidente Aprimin, Director Soprocal y Consejero SOFOFA & Corporación Alta Ley.	3/11/2022	Roadmap tecnológico 2015-2035 de Fundación Chile y Alta Ley.
Nancy Pérez	Gerenta de excelencia en proyectos Codelco, Miembro en Directorio Enami, Consejera Innova Chile Corfo y Socia Fundadora de Women Board Up.	3/11/2022	Roadmap tecnológico 2015-2035 de Fundación Chile y Alta Ley.
Julio Morales	Gerente de Innovación y Tecnología Komatsu. Presidente Comité Innovación APRIMIN.	4/11/2022	Roadmap tecnológico 2015-2035 de Fundación Chile y Alta Ley.
Patricio Aguilera	Gerente general en Centro Nacional de Pilotaje de Tecnologías para la Minería	09/11/2022	Roadmap tecnológico 2015-2035 de Fundación Chile y Alta Ley.
Fernando Lucchini	Presidente Ejecutivo Alta Ley	09/11/2022	Digitalización para una minería 4.0 de Fundación Chile, Consejo Minero y Alta Ley
Dr. Orlando Jiménez	Director Ejecutivo, CSIRO Chile	10/11/2022	Digitalización para una minería 4.0 de Fundación Chile, Consejo Minero y Alta Ley
Eduardo Bitrán	Presidente Club de Innovación	21/11/2022	Roadmap estrategia tecnológica del Litio en Chile de Alta Ley
Martín Taviel	Managing director Accenture Chile	30/11/20122	Digitalización para una minería 4.0 de Fundación Chile, Consejo Minero y Alta Ley
Mauro Valdes Alejandra Molina	Presidente directorio Minnovex y Presidente Dinámica Plataforma, Gerente Minnovex	1/12/2022	Digitalización para una minería 4.0 de Fundación Chile, Consejo Minero y Alta Ley
Corina Gomez	Directora Ejecutiva IDICAM	7/12/2022	Digitalización para una minería 4.0 de Fundación Chile, Consejo Minero y Alta Ley
Marlene Sánchez Gabriela Encina Carlos Silva	División de Fomento minero, División de desarrollo Sostenible y División de Estrategia y Políticas Públicas Mineras Ministerio Minería	17/11/2022	-

Mesas de expertos

Mesa 1: Descarbonización

Participante	Institución
Antonio Sánchez	Programa CORFO de Electromovilidad Minera H2
Felipe Valencia	Quintil Valley
Germán Villaroel	HINICIO
Javier Hueichapan	H2 Chile
María Jesús Mancilla	H2 Chile
Carolina Aguayo	Gerencia de Asuntos Estratégicos Corfo
Francisco Belmar	Unidad de Tecnología de Hidrógeno, Universidad Católica
Rowena Moreno	Comité de Hidrógeno Verde, Sub Gerencia de Estrategia y Desarrollo CORFO

Mesa 2: Sustentabilidad

Participante	Institución
Elizabeth Cameron	BHP
Cecilia Vidal	Programa Tranque, Fundación Chile
Hernán Cabello	Termomin
Maritza Baeza	Minera Cerro Negro

Mesa 3: Pequeña y mediana minería

Participante	Institución
Rodrigo Cortés	Advanced Mining Technology Center (AMTC)
Nury Briceño	Consultora independiente
Luis Collao	ENAMI
Fernando Pinto	ENAMI
Alejandro Vásquez	Departamento técnico, SONAMI
Fernando Flores	Fundación Tecnológica para la minería, SONAMI
Gonzalo Cid	Fundación Tecnológica para la minería, SONAMI
Constanza Araya	Área de Estudios, CESCO

Desk Research

Se analizaron un total de 22 documentos estratégicos sobre la industria minera en Chile, dentro de los cuales habían Roadmaps, Informes y Estudios. Las temáticas de los documentos son: minería inteligente, minería verde, hidrógeno verde, sustentabilidad y sostenibilidad, competencias, proveedores, energía y temas genéricos y transversales sobre minería.

Todos los documentos fueron analizados para la identificación de proyectos, la creación de los macronúcleos y la identificación de brechas y necesidades de los proyectos.

Además, se realizó una sistematización específica de los 6 roadmaps identificados.



6

ROADMAPS

10

INFORMES

6

ESTUDIOS

Autor	Título	Año
APTA	Minería del futuro: para una operación inteligente y sustentable	2021
Brinca, Fundación Chile	Caracterización de proveedores de la minería chilena	2019
B2B Media Group	Estudio del Hidrógeno verde en Chile y el mundo	2021
CESCO	Revolución tecnológica en la gran minería de la región Andina	2021
Comisión desafíos del futuro, ciencia, tecnología e innovación, Comisión de minería y energía	H2V Iniciativa Hidrógeno Verde	2020
Comisión Minería y Desarrollo de Chile, Consejo Nacional de Innovación y Competitividad	Minería: Una plataforma de futuro para Chile	2014
Comisión Nacional de productividad	Productividad en la gran minería del cobre	2017
Congreso Futuro y Fundación encuentros del futuro	Chile, Líder mundial en Minería Verde	2022
Consejo de Competencias mineras	Modelo de competencias transversales para la industria minera 4.0	2019
Consejo de Competencias mineras	Fuerza laboral de la gran minería chilena 2021- 2030	2021
Corporación Alta Ley	Hoja de ruta 2.0 de la minería chilena: Actualización y consensos para una mirada renovada	2019
Corporación Alta Ley	Programa nacional de minería Alta Ley	2017
Corporación Alta Ley	Roadmap estrategia tecnológica del Litio en Chile	2022
Corporación Alta Ley, Consejo Minero, Fundación Chile	Roadmap: Digitalización para una minería 4.0	2020
Corporación Alta ley, Fundación Chile	Desde el cobre a la innovación: roadmap tecnológico 2015-2035	2016
CSIRO	El futuro de la minería en Chile	2014
Fundación Chile	Casos de innovación de proveedores en la minería chilena	2021
H2 Chile	Hidrógeno verde en minería	2021
Ministerio de Energía	Estrategia Nacional de Hidrógeno verde	2020
Ministerio de Energía	Hoja de ruta 2050: Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile	2015
Ministerio de Minería	Evaluación Ambiental Estratégica de la POLÍTICA NACIONAL MINERA 2050	2021
Ministerio de Minería	Insumo para la Política Nacional Minera 2050 (PNM2050). Mesa Innovación y cadenas de valor	2021

Tabla resumen sistematización Hojas de Ruta

N°	Hoja de ruta	Objetivo	Núcleos traccionantes	Núcleos habilitantes	Horizonte
1	Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena: Actualización y consensos para una mirada renovada	Actualización del roadmap tecnológico 2015-2035 de Alta Ley. Busca dar cuenta de los principales avances y transformaciones tecnológicas de los últimos años	Exploraciones, Operación y planificación minera, Concentración, Relaves, Fundición y refinería, Hidrometalurgia, Usos del cobre	Minería verde	2019-2035 (16 años)
2	Desde el cobre a la innovación: Roadmap Tecnológico 2015-2035	Identificar los desafíos que enfrentará la producción de cobre chilena en los próximos 20 años, del 2015 al 2035 y establecer una visión futura.	Relaves, Fundición y refinería, Operación y planificación minera, Concentración de minerales, Hidrometalurgia	Capital humano, Proveedores e innovación, Minería inteligente	2015-2035 (20 años)
3	Roadmap: digitalización para una minería 4.0	Habilitar una cartera de proyectos y actividades para el desarrollo de la industria 4.0 en minería. Su objetivo es servir como guía y orientar para tomar decisiones de innovación tecnológica.	Minería integrada e inteligente, Minería verde, Minería segura	Digitalización, Ciberseguridad, Desarrollo del capital humano, Licencia social y política para innovar	2020- 2035 (15 años)
4	Roadmap Estrategia tecnológica del Litio en Chile	Establecer una visión, objetivos y metas para la industria del litio al 2035, presentar los desafíos de la industria y establecer directrices de cómo se debe avanzar en el desarrollo del litio.	Tecnologías de producción eficientes y sostenibles, Trazabilidad y monitoreo, Materiales avanzados de litio, Demanda desde otras industrias y economía circular	Capital humano y conocimiento, Digitalización, Proveedores, Fomento e infraestructura, Asociatividad	2022-2035 (13 años)
5	Hoja de ruta 2050: Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile	Establecer una visión al 2050 del sector energía y servir como base para la creación de la Política Energética al 2050.	-	-	2015-2050 (35 años)
6	El futuro de la minería en Chile	Realizar un análisis de la situación actual de la minería en el país y de sus oportunidades y desafíos, además de generar una conversación sobre el camino futuro de la industria.	-	-	2014-2034 (20 años)

Análisis Hojas de Ruta

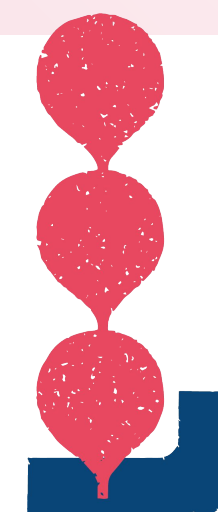
Conciliación HdRs

- 1.1** En los principales roadmaps de la minería chilena se habla sobre los distintos núcleos relacionados a los desafíos de la industria y se realiza la distinción entre núcleos traccionantes y habilitantes. “Traccionante” hace referencia a los ámbitos en que los desafíos tecnológicos son relacionados al proceso minero, y “habilitante” refiere a las capacidades de la industria para llevar a cabo su desarrollo.
- 1.2** Los núcleos de operación y planificación minera, concentración, relaves, fundición y refinación, hidrometalurgia, minería verde, capital humano, minería inteligente, proveedores, y digitalización son abordados en más de un roadmap. Además, muchos de los desafíos mencionados en los distintos núcleos se repiten o están alineados. A pesar de que todas las HdR fueron realizadas en distintos años, no hay diferencias drásticas entre ellas y están alineadas.
- 1.3** Todas las HdR proponen una visión, metas y objetivos a futuro, y el horizonte de la visión de futuro suele ser hasta el año 2035, lo que significa una proyección entre 15-20 años desde que se desarrollan.
- 1.4** Las HdR hablan de desafíos y algunas de posibles iniciativas, pero ninguna realiza un estado del arte de los proyectos específicos que se estén realizando para abordar los desafíos que se mencionan en el roadmap.
- 1.5** Todos los roadmaps fueron realizados con colaboración de distintos actores clave de la industria, reconociendo así la importancia del trabajo participativo y la colaboración. Además, en las que se explica la metodología de desarrollo todas mencionan que se realizaron talleres participativos y que se utilizó la metodología de roadmapping de la Universidad de Cambridge.
- 1.6** Corporación Alta Ley ha sido la organización que ha liderado la ejecución de las principales HdR de la industria.



04.

Visión de futuro: minería chilena al 2030
y desafíos a largo plazo



Visión de futuro: minería chilena al 2030

Históricamente Chile se ha posicionado como un país minero y es justamente esta característica la que entraña numerosos desafíos. Los desarrollos en este sector toman tiempo, son procesos de largo aliento que implican la coordinación de numerosos actores en distintos niveles de la cadena de valor.

Los desafíos son diversos: aumentar la productividad, mejorar la sustentabilidad, avanzar y acelerar la transformación digital a nivel transversal (pequeña, mediana y gran minería), mejorar la formación del capital humano, desarrollar líneas de trabajo junto a las comunidades, entre otros.

El siguiente capítulo presenta los principales desafíos de la industria minera al 2030, entendiendo que esta “visión de futuro” representa objetivos que deben ser abordados inmediatamente de cara al año 2030.

Los cuatro puntos que se presentarán a continuación surgen de tres instancias: las entrevistas realizadas a los actores claves, la revisión de estudios y documentos oficiales, y las mesas de expertos.

En particular, a partir de esta última instancia mencionada, se generó un apartado en este mismo capítulo que aborda los principales desafíos del sector a más largo plazo y que presentan retos sobre el modelo de desarrollo e industria que queremos para nuestro país.



Visión de futuro: minería chilena al 2030

1

SUPERAR ESTANCAMIENTO Y FOMENTAR INVERSIÓN

Existe un estancamiento en la producción de cobre en Chile mientras que la demanda global sigue aumentando. Además, la situación política del país no contribuye a fomentar y atraer la inversión extranjera. De igual forma, un factor agravante para esta problemática es el hecho de que tampoco se está invirtiendo en formación geocientífica, por lo que no se producen avances en exploración y explotación.

2

SMART MINING

La pandemia aceleró la transformación digital de manera transversal. No obstante, este avance en digitalización y adopción de tecnologías no se ha dado de manera homogénea en todo el sector. Es fundamental potenciar una transición hacia la minería 4.0 de manera integral, tanto en la industria extractiva como en sus proveedores, para aumentar los niveles de productividad. Algunos ejes de la smart minning son: **interoperabilidad, automatización, sensorización, trazabilidad y ciberseguridad**, entre otros aspectos.

3

MINERÍA VERDE

La urgencia climática actual exige un mundo más verde y sustentable, y la industria minera tiene la posibilidad y responsabilidad de liderar este cambio. La economía circular, el uso eficiente del recurso hídrico, el manejo responsable de relaves y residuos, el uso y tratamiento de minerales críticos, son algunos ejes que es importante tratar en relación a este desafío.

4

CAMBIO DE MINDSET

La industria minera chilena es un sector tradicional, y como consecuencia de esto realizar cambios resulta sumamente desafiante. Los desafíos son numerosos: fomentar la diversidad e inclusión, disminuir las brechas de género, incorporar gente joven a las trabajos, formar capital humano de alto nivel, además de generar conocimiento técnico y científico para poder exportarlo son algunos de los objetivos que se deben abarcar para generar un cambio de mindset en la industria.

Superar estancamiento y fomentar inversión

En los últimos 19 años se ha visto un estancamiento en la producción del cobre. Desde el 2004 que la producción de cobre en Chile no ha superado los 5.7 millones de TM, con un promedio de producción de 5.677,62 millones de toneladas métricas (TM) de cobre fino, entre el año 2012 y 2021. (Cochilco, 2021). A partir de esto, se reconoce como uno de los principales desafíos para el país aumentar la producción de cobre actual.

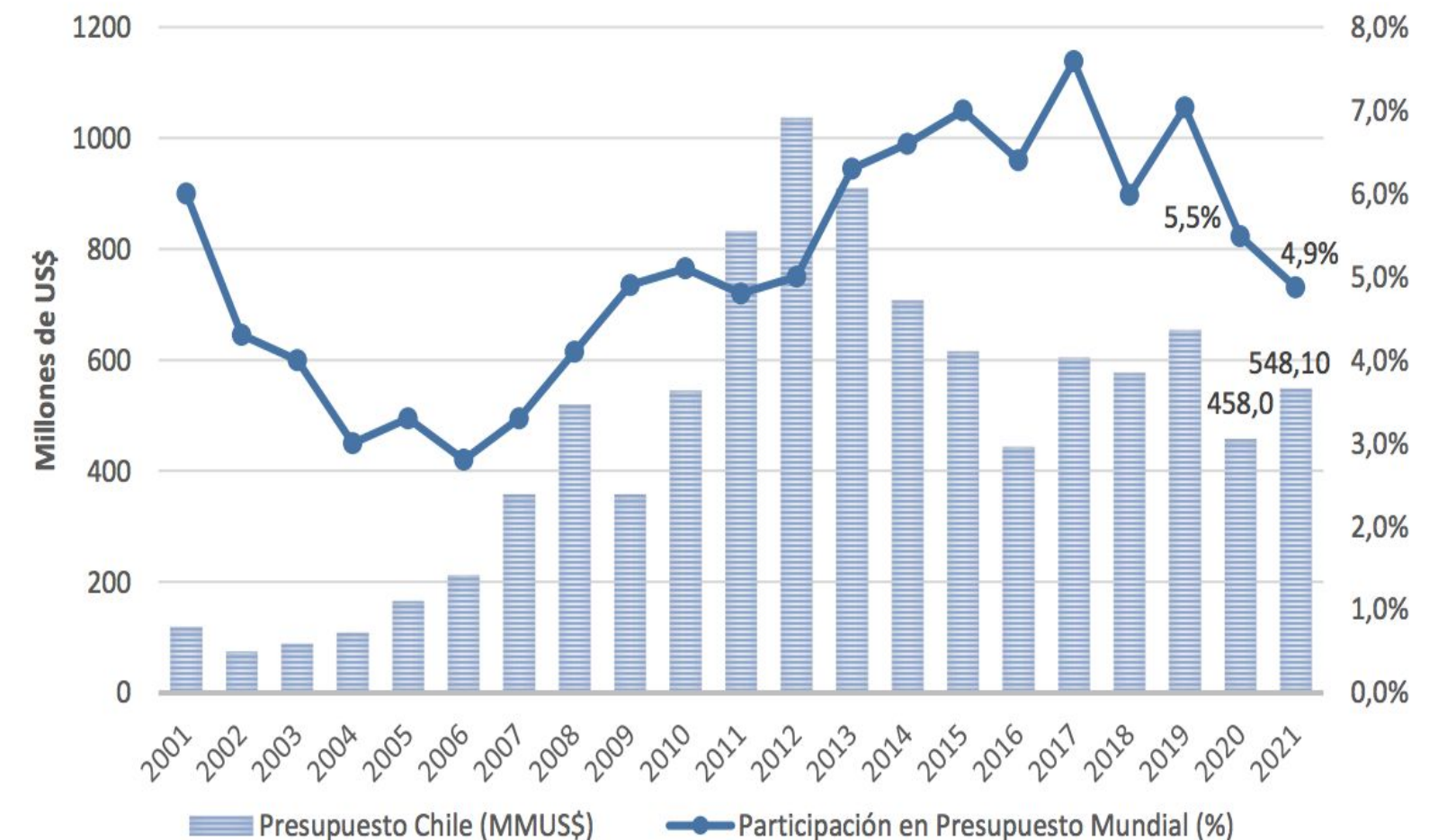
Sin embargo, la realidad es que no se ha logrado abarcar el desafío de aumentar la producción de cobre. Esto se debe a que todos los esfuerzos e inversiones se han destinado al desafío de mantener la producción actual. Esto ha repercutido negativamente en el perfil productivo del país ya que en un contexto donde la producción debiese estar aumentando, simplemente se ha mantenido. (Cochilco, 2018)

Siguiendo con el problema de la inversión, el presupuesto en exploración minera en Chile durante el 2021 alcanzó los \$ 548 millones USD lo cual representó un alza 19,6% (+\$90 millones USD) con respecto al periodo anterior. Sin embargo, el problema es que su participación en relación al presupuesto a nivel mundial bajó 0,6% en relación al año 2020, alcanzando un 4,9%. Esto significa que a pesar de que se está destinando presupuesto a la exploración minera, no está a la altura de las exigencias mundiales (Cochilco, 2021).

La inversión extranjera valora enormemente la estabilidad institucional y las certezas jurídicas, es por esto, que en el actual contexto de incertidumbre constitucional se hace más complejo conquistar a los inversionistas, sobre todo para el sector minero

A raíz de lo anterior es fundamental avanzar en definiciones y políticas que le permitan al país contar con las inversiones necesarias para seguir desarrollando la industria minera.

Gráfico 1: Presupuesto histórico en exploración en Chile versus su participación porcentual en el total mundial



Fuente: COCHILCO sobre la base de datos de S&P Global (2020)

Superar estancamiento y fomentar inversión

“

En minería metálica, en cobre tenemos el desafío de no perder volúmenes de producción y gran parte de la inversión que se materializará de acá al final de la década es solo para mantener la producción actual. Todavía tenemos un mercado bastante grande y creciente. La mala noticia es que no estamos desarrollando proyectos nuevos. (...) Veo que estamos estancados y vamos a seguir así si no resolvemos nuestros grandes temas país que tienen que ver con el tema constitucional, las reformas y la permisología. Las bases de este país estable, ordenado y jurídicamente respetado están puestas en duda y eso hace que se nos vayan alejando los inversionistas.

Philippe Hemmerdinger, Presidente Aprimin, Director Soprocal y Consejero SOFOFA & Corporación Alta Ley

“

Siempre nos jactamos de que somos el país más minero del mundo, pero nos ponemos esa etiqueta e irónicamente no invertimos en la generación y disposición de información geocientífica y precompetitiva que habilitan la exploración y entrada de nuevos proyectos. Nuestro ecosistema no está invirtiendo ni cerca de los grandes ecosistemas en esta materia, y eso se irá graficando en el mediano y largo plazo en el decaimiento de nuestra posición como país minero. Como ecosistema no le estamos tomando el peso a eso.

Fernando Lucchini, Presidente Ejecutivo Alta Ley

“

Chile hace muchos años se estancó en una producción y no han habido proyectos nuevos de inversión de capital y la demanda en el mundo del cobre crece y crece. Si nosotros no estamos preparados para producir más y hacer más exploración e inversión vamos a quedar atrás y dejar de ser los pioneros. El tema tiene que ver con cómo somos capaces de generar instituciones que den garantía a los inversionistas para que vengan a invertir acá. Cuando hay incertidumbre no se invierte entonces hay que ver como damos estabilidad. Necesitamos instituciones transparentes, limpias, estables y con una mirada sostenible a largo plazo.

Julio Morales, Gerente de Innovación y Tecnología Komatsu. Presidente Comité Innovación APRIMIN

“

Chile, primer productor mundial de litio el 2016, ha venido perdiendo aceleradamente participación en el mercado mundial, bajando de un 41% de participación el 2016 a un 21% el 2018. Gracias a las renegociaciones del 2016 y 2017 realizadas por CORFO se aumenta la producción nacional de 90 mil toneladas de carbonato de litio equivalente a alrededor de 200 mil el 2022, lo que nos permite recuperar participación de mercado a un 30%. No obstante, debido al rápido crecimiento de la demanda mundial de Litio, y el aumento de producción de países competidores Chile, en esta década pasaremos al cuarto lugar en la producción de litio. Estamos con un nivel de producción mucho menor que la proporción que tenemos de reserva.

Eduardo Bitrán, Presidente Club de Innovación

Smart Mining

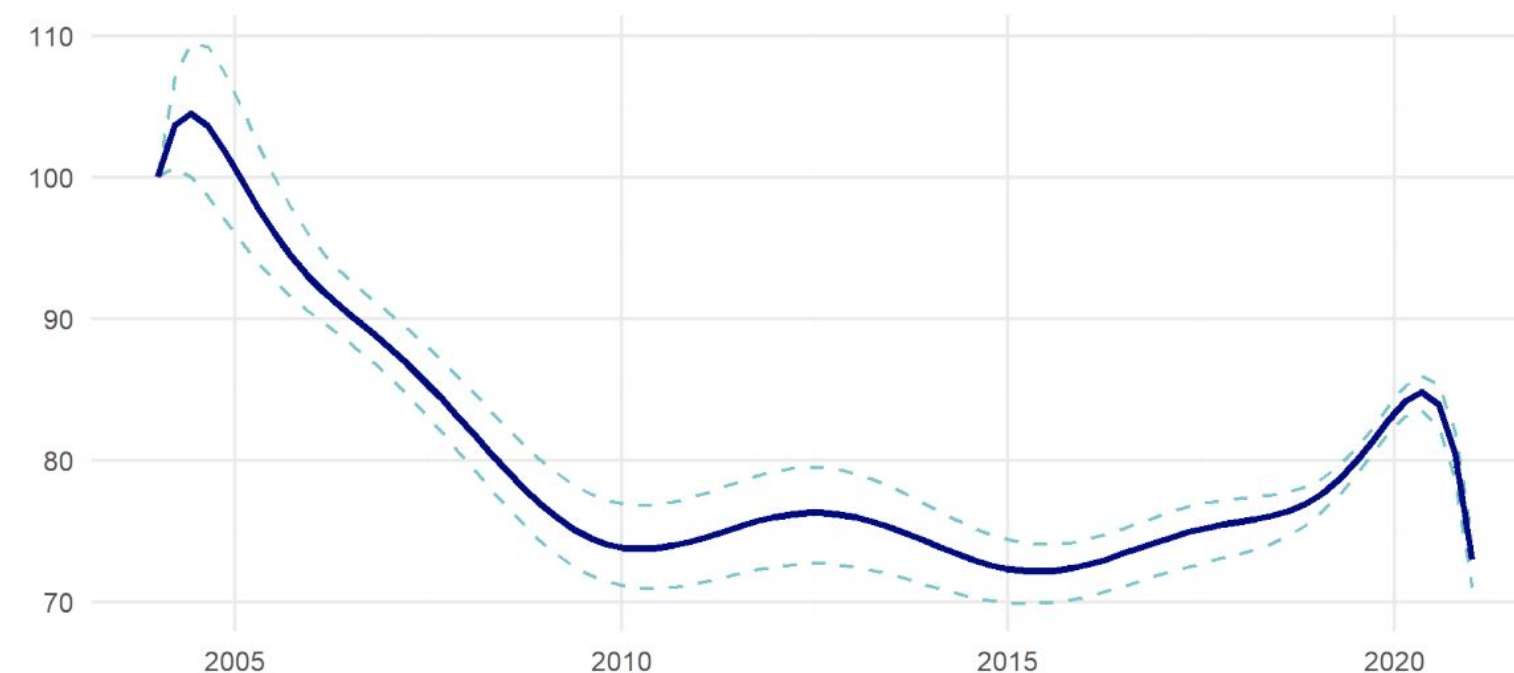
La pandemia de COVID-19 aceleró la transformación digital de manera transversal y el sector minero no se quedó atrás. Sin embargo, este proceso de digitalización y adopción de nuevas tecnologías no se dio de manera homogénea en toda la industria minera, existiendo grandes diferencias entre la pequeña, mediana y gran minería.

Uno de los ejes centrales de esta transformación digital es poder evitar el descenso de la productividad en el sector minero, que ha venido a la baja en los últimos años. Durante el periodo del 2004-2020, hay una caída cercana a los 27 puntos porcentuales (Cochilco, 2022).

Los distintos *stakeholders* del mundo minero chileno que reconocen este problema, mencionan que la transición hacia una minería 4.0 es una de las aristas claves para mejorar la productividad de la industria. Un estudio realizado por Omdia, estima que en el largo plazo, el 5G generará un impacto económico de US\$207 mil millones en Chile para el año 2035, distribuido entre varios sectores dentro de los cuales destaca la minería con \$23 mil millones.

Es importante en este punto que las empresas extractivas colaboren con startups y proveedores tecnológicos. Por ejemplo, INDIMIN identificó el problema de la caída de productividad y creó Smart Mining Coach, logrando mejorar la eficiencia en la productividad en un 5.1% en la planta Los Colorados de CAP (Minnovex). Este caso da cuenta que la incorporación de tecnologías digitales para crear una minería inteligente efectivamente mejora la productividad.

Gráfico 2: Evolución de la Productividad Total de Factores en la industria minera, periodo 2004-2020



Fuente: COCHILCO sobre la base de datos EMPAE (2022)

En este sentido, avanzar hacia una minería inteligente permitirá apalancar no solo los desafíos relativos a la productividad mediante tecnologías que facilitan la automatización, sensorización, trazabilidad y ciberseguridad, entre otros, sino también un uso más eficiente de recursos y por ello una industria más sostenible.

Smart Mining

“”

Necesitamos conectarnos más de manera más remota y hacer una minería más inteligente e innovadora porque es la única forma de revertir la caída que tenemos en productividad. Tenemos una caída natural en productividad por la baja de leyes en los yacimientos que estamos operando. Estamos pasando más toneladas de material por hora hombre pero producimos menos mineral porque tratamos con menores leyes, entonces tenemos una caída de productividad per se.

Philippe Hemmerdinger, Presidente Aprimin, Director Soprocal y Consejero SOFOFA & Corporación Alta Ley

“”

En relación a lo que tiene que ver con la industria 4.0, naturalmente que las grandes compañías mineras lo están viendo y lo tienen presente en sus agendas, ya sea por motivos de seguridad, por mejorar la producción. El tema de la industria 4.0 o industria inteligente, tecnologías que entre otras implicancias, permiten sacar gente de exposición a peligros, va a requerir otras capacidades y eso está ocurriendo hoy día, cuán rápido o cuán lento no sabemos, pero la pandemia aceleró bastante eso. En los últimos años se han visto varios proyectos de autonomía. Eso no pasará en el corto plazo ni en la mediana y menos en la pequeña minería, pero en la gran minería eso viene fuerte (...) hay una brecha de adopción tecnológica, hay tecnología que está madura pero no necesariamente la están usando o adoptando la mediana minería, y especialmente en la pequeña minería, donde hay muchos brechas, desafíos y oportunidades”.

Patricio Aguilera, Gerente general en Centro Nacional de Pilotaje de Tecnologías para la Minería

“”

Falta la conversación más estratégica de cuál es esa minería del futuro, pongamosle el apellido inteligente, pero cómo es, es inteligente para qué objetivo de negocio. Esto en mi opinión se vincula completamente con la nueva economía, porque inteligente debería ser, la economía 4.0, entonces es ecosistémica, regenerativa, verde, circular, creo que no la podemos simplificar a disponer modelos de optimización para mejorar la productividad con herramientas analíticas. Y esa discusión yo creo que todavía no se da (...) Tenemos que desacoplar el desarrollo económico de la demanda de energía y recursos, las capacidades de inteligencia nos debieran ayudar en esa línea. Está muy vinculado con desarrollo sostenible

Nancy Pérez, Directora de ENAMI y Consejera de Innova Chile de Corfo

“”

En términos de digitalización yo me detendría en dos cosas. Primero, en que las herramientas y tecnologías para trabajar la digitalización ya existen, es cosa de ponerse a trabajar en ello, con la precaución de ser conscientes de cómo nos estamos efectivamente digitalizando, lo que incluye la generación de capacidades. Incluso, hay quienes dicen que la digitalización no es innovación y, en parte, uno puede estar de acuerdo. Pero, por otro lado, yo creo que hay un área de la digitalización en la que la minería sí puede y debe innovar, y ésta es la de digitalizar su cadena de valor en su conjunto, digitalizarse en un 100%. Para esto, es necesario innovar y generar nuevos desarrollos en la sensorización, porque la sensorización para el proceso minero es bien compleja y bien industria específico, y eso no se ha trabajado.

Fernando Lucchini, Presidente Ejecutivo Alta Ley

Minería verde

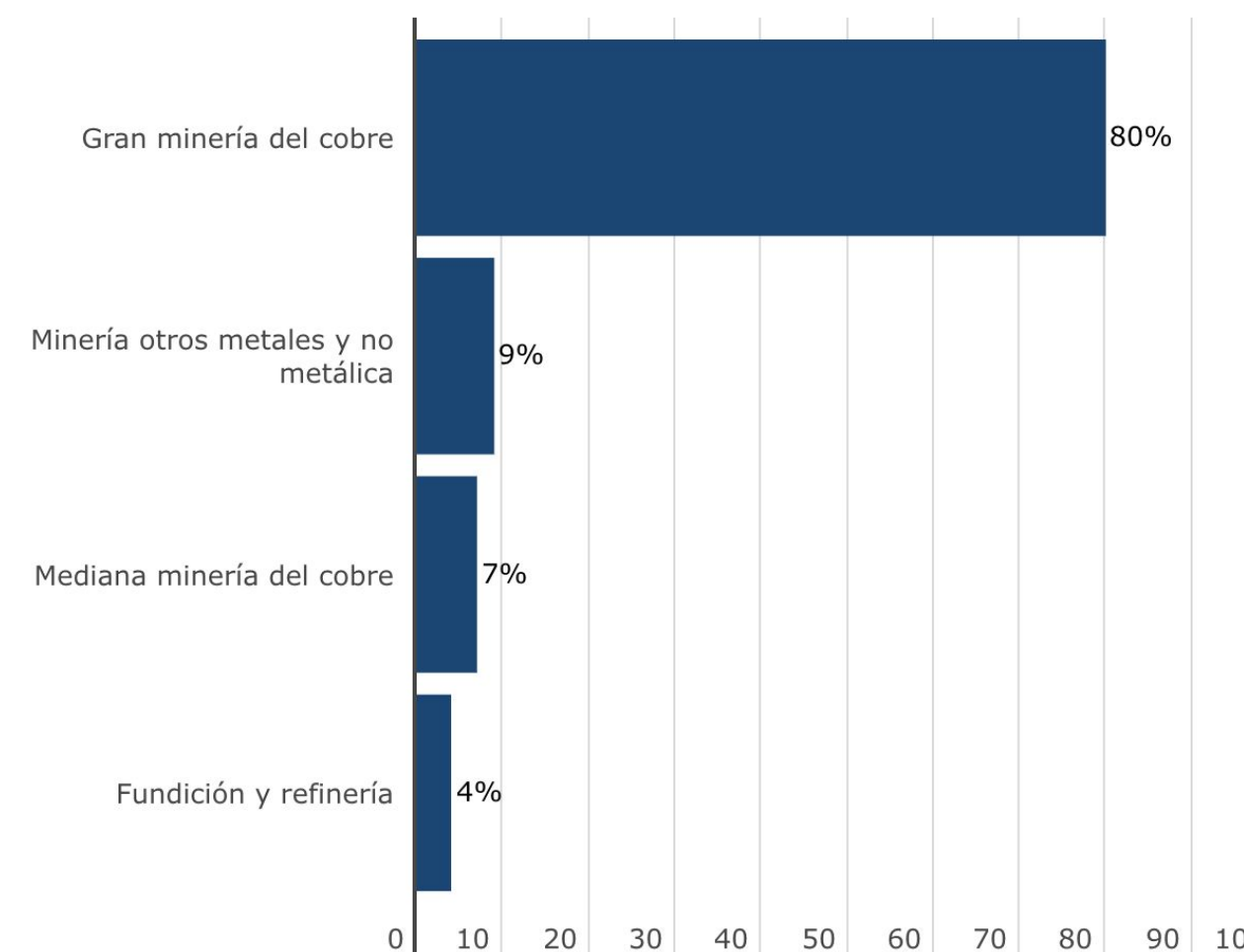
Una característica importante de Chile es que es el primer productor de cobre a nivel mundial. El cobre tiene la ventaja de que es infinitamente reciclable, además es esencial para las tecnologías de energía renovable por lo que puede permitir la electromovilidad y así ayudar a disminuir las emisiones de CO2 en el planeta. En consecuencia a esto, es que el país tiene una responsabilidad ética de ayudar a que esto ocurra (Congreso Futuro y Fundación encuentros del futuro, 2022).

Además, el desarrollo de una minería consciente implica no solo beneficios ambientales, sino que también tiene impactos económicos al adecuarse a las nuevas normativas internacionales que exigen estándares medioambientales. “Los países que se preparen y lideren esa transición serán los que capturen la mayor parte del valor económico y social que la minería puede generar operando bajo esta visión” (Alta Ley, 2021).

Un punto esencial, es que para poder abordar los desafíos y oportunidades relacionados a la minería verde y así poder liderar el cambio, primero se debe definir desafíos concretos en áreas estratégicas (Comisión desafíos del futuro, 2022). Un estudio de la consultora CRU Group, identificó que casi la mitad de las 40 mineras con presencia en Chile —que representan cerca del 55% de la producción nacional de cobre, zinc y níquel— no tienen objetivos claros de neutralidad en carbono definidos para 2050.

Los principales desafíos que debe abordar la minería verde en Chile son: adaptación al cambio climático, recurso hídrico, descarbonización, desafíos tecnológicos, procesamiento de concentrados, minería secundaria, economía circular, reciclaje, pasivos ambientales, biodiversidad e impulso a la innovación (Congreso Futuro y Fundación encuentros del futuro, 2022).

Gráfico 3: Consumo de agua continental por sector productivo en minería, 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de Sernageomin (2021)

Minería verde

“”

Vamos hacia una minería cada vez más sustentable, hay que producir más porque el mundo requiere 36% más de cobre si queremos electrificar el mundo, pero en forma más sostenible, con menos agua, menos emisiones, por lo que es una minería más verde, y con un rol en el mundo que yo creo que tenemos que ir pensándolo no solamente en minerales como el cobre, sino que tener un rol en el H2V y en el conocimiento hacia el mundo.

Martín Taviel, Managing director Accenture Chile

“”

El mundo está cambiando de una manera tal que todavía no somos capaces de comprender cuáles serán los efectos concretos que va a tener y me parece que eso va a generar una presión enorme en la industria para producir cobre verde. El nivel de demanda y consumo que va a haber es muy significativo, y habrá una presión muy fuerte para que el cobre que produzcamos tenga una huella ambiental y social positiva.

Orlando Jiménez, Director Ejecutivo, CSIRO Chile

“”

Los temas asociados a la sustentabilidad cada día toman más fuerza - la minería verde y la descarbonización de la matriz energética. Hoy hay interés de las compañías mineras de producir este cambio pero tiene que ir de la mano con una mayor conversación con las comunidades, el ecosistema de innovación, de emprendimiento y de las cadenas productivas locales

Alejandra Molina, Gerente en MINNOVEX AG

“”

Tendencias globales exigen tener productos más ecológicos, más verdes, estas tendencias están generando reglas y sistemas de acreditación, de minerales con menor huella de carbono, menor huella hídrica o menor impacto en las comunidades, es un tema que se instaló unos años atrás, y eso se va a seguir fortaleciendo y profundizando. Hay que demostrar no solo que somos competitivos en términos de costo, sino que soy menos invasivo para el ecosistema (...).

Patricio Aguilera, Gerente general en Centro Nacional de Pilotaje de Tecnologías para la Minería

“”

La minería no va a poder seguir desarrollándose como hasta ahora por varios motivos, en primer lugar, la demanda de las industrias verdes va a ir creciendo significativamente. Si uno pretende llegar con insumos limpios a la industria de las energías renovables o la electromovilidad y con trazabilidad ambiental, deberemos avanzar en una minería que fortalezca sus procesos de innovación con el doble objetivo de aumentar productividad y reducir sus impactos ambientales. (...) temas como huella hídrica, relaves, contaminación local, CO2, van a ser muy importantes para el posicionamiento internacional de la minería chilena.

Eduardo Bitrán, Presidente Club de Innovación

Cambio de Mindset

La industria minera chilena, tal como lo identifican distintos actores del ecosistema, se caracteriza por ser conservadora y tradicional, por lo que generar un cambio de mindset es sumamente complejo.

Lo anteriormente dicho se ve reflejado en la baja diversidad de trabajadores/as en la industria, la baja contratación de gente joven y el hecho de que a pesar de ser un país minero no se está desarrollando de manera fuerte y sistemática la exportación de conocimiento científico.

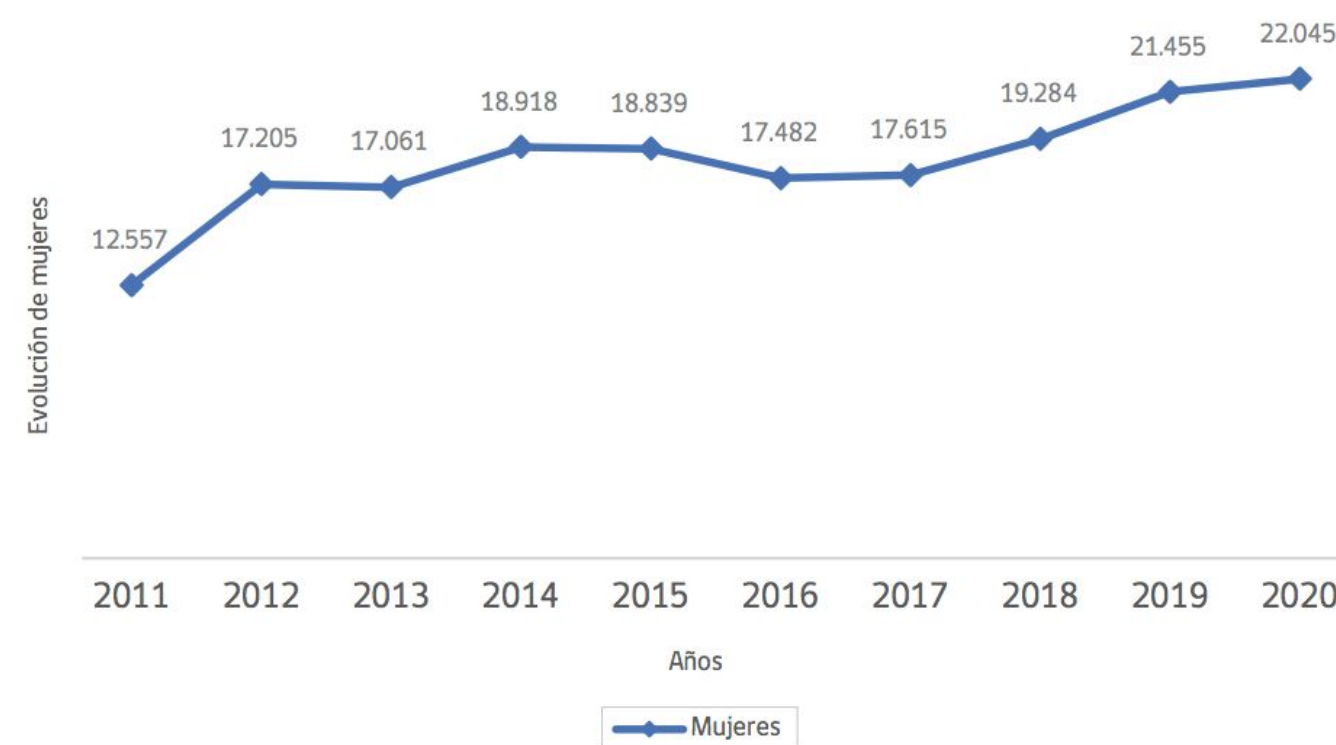
En el año 2020, el porcentaje de mujeres trabajadoras en faenas mineras aumentó, sin embargo éstas representaron un 9,38% del total de trabajadores/as en faenas mineras (22.045 trabajadoras), por lo que a pesar del aumento, sigue siendo un porcentaje bajo. (Sernageomin, 2021)

Por otro lado, el carácter tradicional de la industria implica que sea poco atractiva para gente joven, lo que a su vez tiene como consecuencia una carencia de capital humano joven. En el estudio *Fuerza laboral de la gran minería chilena 2021-2030*, un 45% de las empresas indicó que tienen dificultades para contratar mantenedores y un 41% en el caso de los operadores. La principal dificultad que se mencionó fue la poca disponibilidad de oferta en el mercado, seguida de la falta de candidatos calificados. Esto se ve reflejado en que el 2020 la contratación de menores de 30 años en las empresas mineras disminuyó un 3,1% en relación al 2018, y un 1,2% en las empresas proveedoras.

En relación a la innovación, algunos proveedores están generando y creando innovación, pero aún son pocos. Sólo un 6% de los proveedores en Chile exporta soluciones innovadoras, mientras que en Australia, este porcentaje sube a un 75% de los proveedores. (Portal minero, 2021)

Debido a las razones recién mencionadas es que distintos *stakeholders* consideran necesario que haya un cambio cultural y de mindset en la industria. Una nueva visión puede contribuir a generar cambios y así poder crear una industria atractiva que pueda informar y generar conciencia en el ecosistema.

Gráfico 4: Aumento de mujeres empleadas en faenas mineras en Chile, años 2011 - 2020



Fuente: Sernageomin 2021

Cambio de Mindset

“

La minería como sector se está perdiendo acceder a un montón de gente que estuvo disponible y han tenido un aprendizaje gigantesco y que no se construyeron adecuados vínculos para que ese capital humano volviera a la academia relacionada con minería o a las compañías entonces acá todavía hay un espacio de crecimiento importante.

Mauro Valdes, Presidente Directorio Minnovex y Presidente Dinámica Plataforma

“

Tenemos conocimiento en diversas disciplinas que se valora poco, por ejemplo han habido muy buenos metalurgistas, varios han salido de las empresas y creo que no se generaron buenos procesos de gestión del conocimiento para que esa experiencia se traspasara a las nuevas generaciones y se siguiera acumulando conocimiento en el sistema

Nancy Pérez, Directora de ENAMI y Consejera de Innova Chile de Corfo

“

En el mundo minero aún predominan los "viejos mineros cracks", quienes han contribuido con conocimiento, experiencia, perseverancia y, han posicionado a la minería en el nivel que hoy se encuentra. Sin embargo, el mundo ha estado cambiando con una dinámica exagerada y se requiere de nuevos conocimientos y habilidades, en consecuencia, nuevos profesionales que sigan aportando a esta industria.

Julio Morales, Gerente de Innovación y Tecnología Komatsu. Presidente Comité Innovación APRIMIN

“

El sector minero tiene que además de exportar commodities, también ser exportadores de conocimiento. Nos falta para eso pero somos varios lo que estamos tratando que pase (...) Se está transformando en esto que te digo, se va a desarrollar y exportar conocimiento porque estamos haciendo cosas distintas acá, Tenemos muchas ventajas comparativas para poder tomar ese rol como país. (...) la complejidad por ahí es lograr el cambio cultural y después en la habilitación de la data en sí, hay un montón de desafíos que son técnicos que se logran pero requieren talento y hoy la principal brecha es talento digital. Talento y cambio cultural, diría que va por ahí, esos serían hoy, no son brechas porque se está avanzando pero son los principales desafíos.

Martin Tavil, Managing director Accenture Chile

“

Para las empresas esta cada vez más difícil contratar profesionales que quieran irse a las minas, y esto es un problema real. Se va a generar una presión fuerte para reducir la carga. Que donde se contrataba a una persona quizás ahora se tengan que contratar 4 y trabajen turnos cortos, o quizás no, pero de todas formas tendrá que ser compatible con lo que está requiriendo la gente joven.

Orlando Jiménez, Director Ejecutivo, CSIRO Chile

Visión de futuro: desafíos a largo plazo

A continuación se abordan los principales desafíos del sector a más largo plazo y que presentan retos sobre el modelo de desarrollo e industria que queremos para nuestro país. Éstos desafíos fueron contruidos a partir de las instancias de las mesas de expertos



Descarbonización

Según la PNM2050 la estrategia de descarbonización comprende aborda principalmente 3 desafíos: retiro de unidades a carbón al 2024 (31% capacidad total), cese de generación a carbón antes del 2040, y alcanzar la carbono neutralidad al año 2050.



Sostenibilidad

Potenciar la minería en el corto, mediano y largo plazo como el motor de desarrollo sostenible de Chile es el principal objetivo del anteproyecto de PNM 2050.



Desarrollo pequeña y mediana minería

Los objetivos estratégicos al año 2050 para la Pequeña y Mediana Minería, están orientados a: alcanzar una actividad sostenible y competitiva, fortalecer el capital humano, hacer más eficiente la labor de fomento por parte del Estado, incorporar nuevas tecnologías, acercar el acceso a financiamiento y a los mercados globales, y contar con un marco regulatorio focalizado.



Explotación litio

Las metas en la industria del Litio a futuro, son: aumentar la producción del litio al 2030, logrando 450 Ktons de carbonato de litio, y genera un modelo de gobernanza para salvaguardar los componentes sociales, ambientales y económicos en los salares con una estrategia clara para su producción.



DESCARBONIZACIÓN

La transición energética y la descarbonización son focos prioritarios. Para lograr este objetivo es fundamental el trabajo en conjunto de los distintos actores entre los cuáles destacan el sector energético y el minero.

Avanzar hacia la carbono neutralidad implica un compromiso no solo a nivel de producción de energías limpias, sino que también conlleva la creación y/o adaptación de los distintos instrumentos para su consumo. En este punto destaca sobre todo el sector minero.

La industria minera ha sido considerada por mucho tiempo como un problema para la sostenibilidad ambiental, sin embargo actualmente se concibe como parte de la solución. Tanto los inversionistas como los consumidores están comenzando a reconocer a la industria no solo como la primera fuente de emisiones en la cadena de valor, sino como un proveedor necesario de materias primas fundamentales que se requieren para la transición energética mundial (Accenture, 2022). En esta línea, aparece el H2V como una fuente de combustible limpio clave para alcanzar la carbono neutralidad.

La estrategia del gobierno respecto al H2V implica 3 oleadas. La primera será consumos domésticos de gran escala con demanda establecida; en la segunda, ya en la segunda mitad de la década, se verán más usos de transporte y el inicio de la exportación de H2V; y en la tercera, en el largo plazo, se espera abrir nuevos mercados de exportación para escalar.

Cabe destacar que para lograr estos cambios es necesario mejorar el marco regulatorio y de política energética, aumentar la incorporación de energías renovables en la matriz de generación, fortalecer las tecnologías innovadoras basadas en energía limpia y empujar la descarbonización de su economía (Marzolf y Macías, 2022).

El hidrógeno renovable y sus derivados podrían tomar un rol relevante en la descarbonización de la Minería mediante su uso en aplicaciones de movilidad, procesamiento, generación de energía, entre otros, dentro de las que se destacan el uso de hidrógeno en camiones CAEX y el uso de amoníaco verde como materia prima para explosivos. Si bien hoy existen mecanismos que permiten la implementación de proyectos tipo piloto para validar la tecnología, aún es necesario contar con mayor certidumbre regulatoria respecto del uso del hidrógeno a escala comercial en el sector.

María Jesús Mancilla, H2 Chile

Se está trabajando mucho y se han hecho muchas políticas desde el punto de vista de generación, es decir, producción de H2 verde, además, el Estado ha invertido muchos varios millones de dólares en hidrógeno verde. Considerando que la mayor parte de CO2 se produce por los motores de combustión, lo que se necesita ahora es invertir en consumo de hidrógeno.

Antonio Sánchez, Director Ejecutivo del Instituto Nacional del Hidrógeno (INH2)

➤ Los recursos fósiles concentran la mayor parte de la matriz energética chilena con un 68% (petróleo crudo 30%, carbón mineral 22% y gas natural 16%).

➤ Las industrias mineras y metalúrgicas son responsables de aproximadamente el 8 % de las emisiones mundiales, la gran mayoría relacionadas con la producción metalúrgica de productos derivados.

➤ La PNM2050 tiene como uno de sus objetivos reducir las emisiones de CO2 equivalente de las operaciones mineras de gran escala al menos un 50% al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040.



DESARROLLO DE PEQUEÑA Y MEDIANA MINERÍA

Del total de cobre producido durante el 2021, un 96% fue producido por grandes empresas, un 3% por empresas medianas y un 1% se debe a la pequeña minería (Sernageomin, 2022).

La pequeña y mediana minería genera alrededor de 35.000 empleos a nivel directo (mandantes) (Meller et al., 2021).

La PNM2050 tiene como uno de sus objetivos potenciar el marco de fomento orientado a la sustentabilidad de la pequeña y mediana minería, aprovechando toda la riqueza del país.

La pequeña y mediana minería constituyen una actividad productiva clave en diversas regiones del país como Atacama, Coquimbo, Antofagasta y Valparaíso, explotando recursos que son principalmente de la minería metálica. Históricamente a pesar del rol que cumplen en el país, no se le ha atribuido la importancia que corresponde a este segmento. La producción de la mediana minería ha tendido a oscilar entre 200.000 y 400.000 TMF anuales, y entre el siglo XX y XXI ha habido un cambio significativo en las magnitudes de la pequeña minería, aumentando la producción cuprífera anual un 170% respecto del año 1980 y un 390% en el caso del valor de las exportaciones (Cepal, 2021).

En cuanto al desarrollo tecnológico y los procesos de innovación en la pequeña y mediana minería, se ha concluido que las soluciones de ingeniería para la gran minería son realizadas por proveedores internacionales y no son replicables a la escala requerida en la mediana minería debido a las diferencias de las operaciones. Por otro lado, el pilotaje e implementación de innovaciones en la mediana minería sí pueden ser escalables a la gran minería. Esto es importante porque la mediana y pequeña minería empresarial ofrecen la posibilidad de desarrollar una minería polimetálica primaria y secundaria productiva, responsable, que acelere su digitalización para mejorar la seguridad y eficiencia operacional, y desarrolle una minería circular que minimice los residuos. Realizar el proceso de innovación a una escala adecuada de estas operaciones significa realizar el proceso con proveedores nacionales, por lo que puede potenciar el desarrollo de proveedores tecnológicos en Chile (Bitrán, 2022).

No obstante, la pequeña y mediana minería no cuenta con los recursos necesarios para realizar innovación, es por tanto fundamental fortalecer el rol de ENAMI y avanzar en políticas públicas de fomento que permitan apalancar los desarrollos tecnológicos y los procesos de pilotajes para el sector desde la pequeña y sobre todo, la mediana minería.

El espacio de oportunidades para generar desarrollo tecnológico en la gran minería es mucho mayor que en la pequeña y mediana, pues el impacto económico de solucionar ciertos desafíos es mayor. Entonces, las inversiones o el costo de las soluciones tecnológicas, cuando se desarrolla en el alero de la gran minería, resultan difíciles de transferir a la pequeña y mediana por su elevado costo de implementación. Creo que es importante enfrentar el desarrollo tecnológico en base a la escala del problema para que sea transferible.

Nury Briceño, Consultora Independiente

Uno de los factores comunes entre las cosas que han mencionado los y las participantes, es la falta de visibilidad de lo qué es la pequeña y mediana minería, su caracterización e impacto en el país. Esto se contrapone con lo que sucede en la gran minería, que ha tenido más presencia en medios de comunicación con iniciativas que reúnen a distintos actores de este sector

Constanza Araya, Coordinadora de Estudios Cesco



SOSTENIBILIDAD

PNM2050 es una política de Estado orientada al desarrollo sostenible del sector, integrando lo económico, social y ambiental.

En el ranking de los 10 riesgos de la industria minera para el período 2019-2020, licencia social para operar ocupa el primer lugar.

La mayor parte del agua que abastece la minería en Chile proviene del agua recirculada. El año 2019 esta representó un 76,3% del total, y el 2020 representó un 74,5%.

En el 2015, desde las Naciones Unidas, los líderes mundiales acordaron un conjunto de objetivos globales para formar parte de una agenda de desarrollo sostenible que ayudarán a mejorar la vida de todos y combatir distintos desafíos como el cambio climático, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente, entre otros (ONU, 2022).

La industria minera juega un papel muy importante en la contribución al logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) debido a la proximidad de su operación con los ecosistemas sociales y medioambientales. Así como la industria puede ayudar a su cumplimiento, al mismo tiempo las operaciones mineras suponen riesgos potenciales para el logro de los ODS (Responsible Mining, 2020).

La sostenibilidad es la integración e interacción entre tres dimensiones: economía, la sociedad y el medio ambiente. Estas dimensiones son transversales a las distintas industrias, y considerando que la producción y el consumo de la minería generan una creciente presión sobre el ambiente y las sociedades, es que la industria extractiva comienza a tomar conciencia de la importancia de la sostenibilidad. Muchas empresas están adoptando una agenda sostenible, intentando asegurar una "licencia social para operar" (LSO). Actualmente la LSO es en las compañías un componente fundamental para el éxito de un proyecto minero. A través del cumplimiento de estándares, evaluaciones y demostrando estas mejoras a través de distintas estrategias de transparencia como reportes, accountability o acceso universal a la información, es que las empresas buscan lograr un cierto consentimiento social sobre sus operaciones extractivas.

Sin embargo, a pesar de que actualmente existe la conciencia de la importancia del tema y se están haciendo esfuerzos, aún no hay una conciliación entre estas tres dimensiones en la minería, posicionando entonces la sostenibilidad como uno de los mayores y más complejos desafíos para la industria minera (CEPAL, 2021).

Tienes que trabajar en las relaciones de confianza, en la transparencia de la información y tienes que capacitar a las personas ante eventuales emergencias. Si no haces esas tres cosas la gente va a seguir pensando que la minería no puede ser sustentable porque es peligrosa (...) Eso también es algo que queremos generar del programa Tranque, que se trabaje de manera más integrada entre el Estado y las compañías mineras con el objetivo de entregar información de calidad a las comunidades.

Cecilia Vidal, Directora Programa Tranque en Fundación Chile

Desde mi punto de vista el gran objetivo es una minería sostenible. Esto lo hacen los mineros, los proveedores, las universidades y algún ente estatal que ayude a financiar esto. El driver de todo es la minería sostenible porque si no cambiamos la forma de hacer minería, el mundo nos va a pasar la cuenta y no nos van a permitir producir. Por ejemplo, hoy grandes países compradores de cobre buscarán cobre verde.

Julio Morales, Gerente de Innovación y Tecnología Komatsu. Presidente Comité Innovación APRIMIN



EXPLOTACIÓN LITIO

➤ La proyección de aumento de demanda del Litio es de 327kt de Carbonato de Litio Equivalente (LCE) en 2020 hasta 2.114 kt LCE en 2030

➤ La proyección de que el segmento de vehículos eléctricos pasará de representar el 41% del consumo agregado de litio en 2020 a un 73% en 2030.

➤ Entre el 2020 y el 2021, el precio nominal promedio del carbonato de litio aumento en un 145%, y el precio nominal promedio del hidróxido de litio aumento en un 111%

La demanda de litio ha experimentado un crecimiento enorme en los últimos años lo que ha traído consigo un "super ciclo de precio" de este mineral. Una de las razones es que el litio es un elemento clave para transitar desde los combustibles fósiles a las energías renovables y el desarrollo de baterías recargables para almacenar electricidad. Estos dispositivos son los más eficientes del mercado y se usan tanto para artefactos electrónicos, como para automóviles eléctricos y para alimentar redes de energía (Gutiérrez, 2022).

En este sentido, ya se conocía la importancia estratégica del litio hace más de una década, sin embargo, recién el año 2015 se diseñó una política estatal para trabajar la extracción y uso de este mineral mediante la Comisión Nacional del Litio (Ministerio de Minería, 2022). En Chile existen dos empresas que extraen litio y que tienen operaciones en el Salar de Atacama. No obstante, todavía existe mucho potencial por desarrollar. A nivel de exportaciones, el litio representa solo el 5% con respecto al cobre.

El litio entraña un gran potencial a nivel transversal, y en particular para el sector minero, que como se ha mencionado a lo largo del documento, tiene como una de sus metas a corto plazo, reducir sus emisiones, para lo cual es fundamental cambiar su matriz energética. Ya se han visto avances en este sentido a partir del desarrollo de camiones CAEX eléctricos, sin embargo su uso aun no está extendido.

Justamente acá radica uno de los desafíos: extender y masificar la explotación del litio de manera sustentable para la producción de energía. Es necesario realizar inversiones que ayuden a duplicar su producción e innovar en las tecnologías para su extracción. Incluir el litio en los temas prioritarios a tratar en la minería chilena es una oportunidad que conlleva muchos beneficios.

“ Para el litio en estos momentos, dado el superciclo de precios, el tema central que debe preocuparnos, es cómo Chile obtiene una mayor captación de las rentas económicas aumentando su participación en el mercado mundial y al mismo tiempo abordando el desafío de sustentabilidad hídrica. Los precios hoy día son 10 veces más que el valor de antes (...) Este superciclo será acotado en el tiempo ya que existe un esfuerzo importante por aumentar la producción de nuestros competidores y también riesgos de sustitución.

Eduardo Bitrán, Presidente Club de Innovación

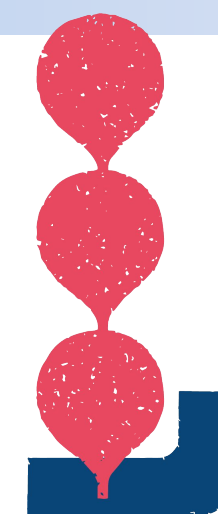
“ Hay que ser bien estratégicos en esto, el litio es muy interesante, es un tremendo acumulador de energía para hacer batería porque en poco tamaño acumula harta energía. Si lo vamos a ocupar como acumulador en el norte grande, estamos desperdiciando una tremenda oportunidad y deberíamos ocupar otras cosas.

Antonio Sánchez, Director Ejecutivo del Instituto Nacional del Hidrógeno (INH2)

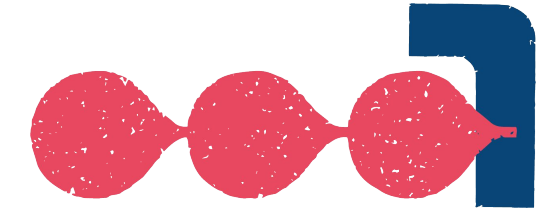


05.

Proyectos Seleccionados



Levantamiento de Proyectos Mineros



Para identificar los proyectos que el ecosistema minero está realizando en respuesta a los desafíos de la industria, se analizaron durante 2 meses 21 documentos estratégicos, 11 entrevistas de actores clave, 3 mesas de expertos y 137 proyectos financiados por Corfo.

A fin de clasificar los proyectos catastrados desde los ejes traccionantes y habilitantes planteados en las diferentes hojas de ruta y documentos relacionados, se agruparon los núcleos en macronúcleos habilitantes y traccionantes (ver detalle en página 36 y 37) .

La sistematización de la información encontrada culminó con el levantamiento de 287 proyectos, que fueron procesados a través de una herramienta de multicriterio (ver detalle en Anexos 1) para la selección de una primera tanda de 40 proyectos.

Cada proyecto seleccionado se caracterizó mediante un pool de descriptores (ver detalle en Anexos 2), entre ellos se destacan: intensidad de innovación, nivel de avance, impacto, cambio climático, tipo de iniciativa, financiamiento sugerido, actores, hitos/resultados, brechas/necesidades y proximidad con el Ministerio de Minería.

Los proyectos seleccionados fueron dispuestos en una gráfica inspirada en las visualizaciones de roadmap tipo Cambridge University y el detalle de cada uno se observa en las Fichas de Proyectos que se encuentran en el Anexo 3.

Por otra parte, se generó un análisis de los proyectos Corfo (ver detalle en Anexos 4) evaluando: alineación con el Ministerio de Minería, tamaño de empresa beneficiaria, instrumento de financiamiento, región de ejecución, impacto, foco y tipo de innovación.

Además, se plantean los principales insights de los proyectos seleccionados y un análisis de sus necesidades, que permitirá identificar las capacidades del Ministerio de Minería demandadas por cada proyecto.

Finalmente, es importante resaltar que las hojas de rutas existentes para las diferentes temáticas relacionadas al quehacer minero, abordan los principales desafíos de la industria y sus iniciativas asociadas, pero no llegan al detalle de catastrar los proyectos que se relacionan con dichos desafíos.

Por lo que, éste primer levantamiento de proyectos da una visión más concreta de los esfuerzos de la industria y le permitirá al Ministerio de Minería identificar las capacidades demandadas por el ecosistema y cuáles de ellas debe robustecer para apoyar y acelerar la minería en Chile.

Macronúcleos traccionantes

Para tener una mejor comprensión de la herramienta de visualización, se ha decidido agrupar en macronúcleos traccionantes, los cuales agrupan todos los núcleos traccionantes identificados en las diferentes hojas de ruta analizadas y documentación complementaria.



Procesos Mina

- **Exploración**
- **Extracción del mineral**
- **Operación y planificación minera**



Procesos Planta

- **Concentración del mineral**
- **Fundición y refinería**
- **Hidrometalurgia**



Minería Sostenible

- **Minería verde**
- **Residuos**
- **Relaves**
- **Economía circular**
- **Hidrógeno verde**
- **Trazabilidad y monitoreo**
- **Seguridad**



Usos del Mineral

- **Usos del cobre**
- **Materiales avanzados del litio**
- **Demanda desde otras industrias**

Macronúcleos Habilitantes

Para tener una mejor comprensión de la herramienta de visualización, se ha decidido agrupar en macronúcleos habilitantes, los cuales agrupan todos los núcleos habilitantes identificados en las diferentes hojas de ruta analizadas y documentación complementaria.



Capital humano

- Desarrollo capital humano
- Conocimiento



Minería inteligente

- Digitalización
- Seguridad
- Minería integrada
- Automatización



Ecosistema, proveedores e I+D+i

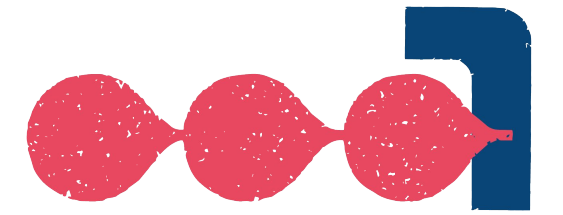
- Asociatividad y vinculación
- I+D
- Innovación



Políticas públicas, fomento e infraestructura

- Género
- Comunidad
- Licencia social
- Fomento
- Infraestructura
- Política para la innovación

Método definición Macronúcleos



La mayoría de los núcleos traccionantes y habilitantes que componen los macronúcleos definidos, son desprendidos de las HdR de minería (1 a la 5) descritas en la tabla resumen sistematización de Hojas de Ruta (ver página 18). Por otra parte, los siguientes núcleos traccionantes: Extracción del mineral, Residuos y seguridad, como también los núcleos habilitantes: I+D, género y comunidad, provienen de desafíos o desarrollos estratégicos de la industria minera mencionados en el resto de los documentos analizados en el desk research.

Entre los macronúcleos traccionantes definidos se puede distinguir los que están asociados a la cadena de valor de producción de minerales como son Procesos Mina y Procesos Planta, (cuyos núcleos corresponde a: Exploración, Extracción Mineral, Concentración del Mineral, Hidrometalurgia, Fundición y Refinería), abarcando todas las distintas etapas del proceso minero.

Por otro lado, el macronúcleo Usos del mineral está asociado al uso de los elementos (Cu, Li, otros) posterior a su producción. Por último, los núcleos de Minería verde (Residuos, Relaves, Economía circular, Hidrógeno verde, Trazabilidad y monitoreo y Seguridad) están asociados a procesos complementarios al proceso minero bajo el macronúcleo minería sostenible.

El Macronúcleo traccionante Minería Sostenible fue definido como traccionante por estar ligado a los nuevos desafíos en los procesos de la industria. Su importancia queda relevada además con las definiciones de la política del gobierno, también destaca que contiene desafíos técnicos para su desarrollo y posterior implementación.

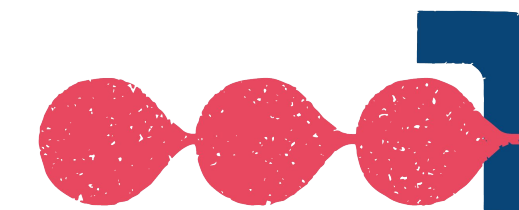
Además, se incorporó como núcleo traccionante, la temática “Hidrógeno Verde” y no incorporado en Minería Verde debido a su rol principal en los desafíos estratégicos del país como su influencia en el camino a la descarbonización minera.

Por otra parte, se aprecia una distinción entre aquellas capacidades que son requeridas transversalmente con la definición de núcleos habilitantes, siendo el núcleo habilitante más recurrente en los proyectos analizados la incorporación de la digitalización de los procesos.

Se sumaron los núcleos habilitantes de Investigación y Desarrollo, Género y Comunidad, por su importancia en los compromisos y la agenda de implementación de políticas públicas por parte del gobierno.

Finalmente, las tablas a continuación explican la relación entre la documentación analizada y cómo desde ella se desprendieron los macronúcleos/núcleos definidos.

Método definición Macronúcleos



ASOCIACIÓN DOCUMENTOS CON LOS MACRONÚCLEOS/NÚCLEOS DEFINIDOS

Macronúcleo definido asociado

Núcleo definido asociado

Nº	DOCUMENTO	TRACCIONANTE	HABILITANTE	TRACCIONANTE	HABILITANTE
1	Hoja de ruta 2.0 de la minería chilena: Actualización y consensos para una mirada renovada	-	-	Exploración - Operación y planificación minera - Concentración mineral - Fundición y refinación - Hidrometalurgia - Minería verde - Relaves - Uso del cobre	-
2	Desde el cobre a la innovación: roadmap tecnológico 2015-2035	-	Capital Humano - Minería Inteligente - Ecosistemas, Proveedores e I+D+i	Operación y planificación minera - Concentración mineral - Fundición y refinación, Hidrometalurgia - Relaves.	-
3	Roadmap: Digitalización para una minería 4.0	-	-	Minería Verde	Desarrollo del capital humano - Digitalización - Seguridad - Minería Integrada - Licencia social - Política para Innovar
4	Roadmap estrategia tecnológica del Litio en Chile	-	-	Economía circular - Trazabilidad y monitoreo - Materiales avanzados de litio - Demanda desde otras industrias	Desarrollo capital humano - conocimiento - digitalización - Asociatividad (Proveedores) - Fomento - Infraestructura
5	Minería del futuro: para una operación inteligente y sustentable	-	Minería Inteligente	Minería Verde	-
6	Estudio del Hidrógeno verde en Chile y el mundo	-	-	Hidrógeno Verde	-
7	H2V Iniciativa Hidrógeno Verde	-	-	Hidrógeno Verde	-
8	Hidrógeno verde en minería	-	-	Hidrógeno Verde	-

ASOCIACIÓN DOCUMENTOS CON LOS MACRONÚCLEOS/NÚCLEOS DEFINIDOS

Nº	DOCUMENTO	Macronúcleo definido asociado		Núcleo definido asociado	
		TRACCIONANTE	HABILITANTE	TRACCIONANTE	HABILITANTE
9	Estrategia Nacional de Hidrógeno verde	-	-	Hidrógeno Verde	-
10	Caracterización de proveedores de la minería chilena	-	Ecosistemas, Proveedores e I+D+i	-	-
11	Revolución tecnológica en la gran minería de la región Andina	Minería Sostenible	Minería Inteligente	-	-
12	Minería: Una plataforma de futuro para Chile	Minería Sostenible	Ecosistemas, Proveedores e I+D+i	-	Género y comunidad
13	Chile, Líder mundial en Minería Verde	-	-	Concentración mineral - Minería verde - residuos - H2V	I+D - Fomento - Política para la innovación
14	Modelo de competencias transversales para la industria minera 4.0	-	Capital Humano	-	-
15	Fuerza laboral de la gran minería chilena 2021- 2030	-	Capital Humano	-	-
16	El futuro de la minería en Chile	-	Capital Humano	Minería Verde - Residuos - Hidrógeno verde	Innovación - Comunidad
17	Casos de innovación de proveedores en la minería chilena	-	Ecosistemas, Proveedores e I+D+i	-	-
18	Hoja de ruta 2050: Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile	-	-	Hidrógeno verde	Innovación - Comunidad - Licencia Social
19	Evaluación Ambiental Estratégica de la PNM2050	-	-	Extracción mineral - Hidrógeno Verde	Innovación - Género - Comunidad - Licencia Social

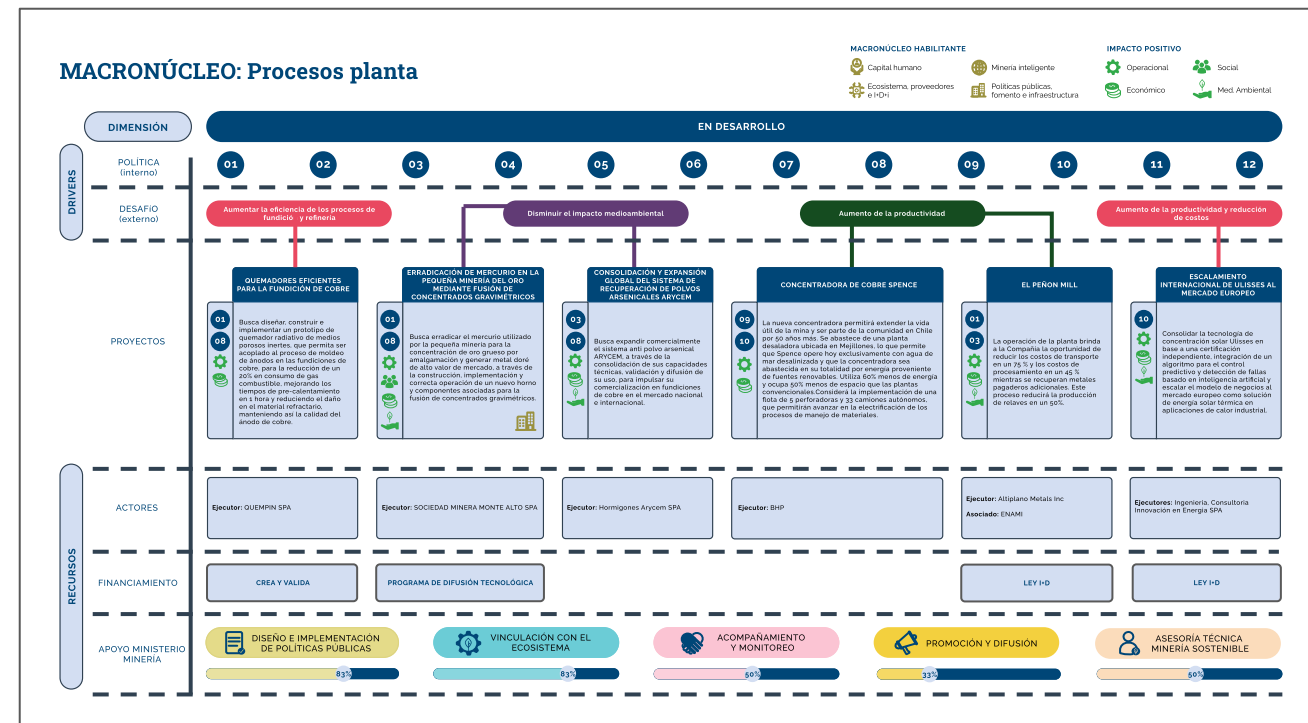
Visualización

La herramienta gráfica está inspirada en las visualizaciones de roadmap tipo Cambridge University por el Dr. Robert Phaal, que se centran en los conceptos de mercado, productos y recursos.

El desarrollo de ésta visualización está basada en el formato multinivel, el cual consiste en 3 niveles o dimensiones en el eje transversal: drivers, proyecto y recursos, y como eje horizontal, el estado de avance de los proyectos.

Este Roadmap permite reflejar la exploración y la evolución en cada nivel y también sus interrelaciones, facilitando la integración de los drives y recursos a los proyectos seleccionados. Además, relaciona con el financiamiento sugerido y las capacidades demandadas del Ministerio de Minería, entregando un análisis estratégico de los proyectos respecto al plan de acción que debería tomar la institución pública.

Por último, usa iconografía representativa a la política minera, impactos y capacidades demandadas del Ministerio de Minería para su mejor visualización.



PROXIMIDAD CON LA POLÍTICA

01 Minería bajas emisiones

Producción (extracción, transporte y depósito) de minerales con bajas emisiones (agua, aire, suelo) que sea armónica con comunidades y territorios.

04 Exploración minera

Optimización de la exploración minera.

07 Economía circular

Se consideran 9 categorías de circularidad (R1 a R9), en las temáticas de: a) Aplicación útil de materiales, b) Extender la vida útil del producto y sus partes, c) Uso y fabricación de productos más inteligentes.

10 Energías limpias

Uso de energías limpias en los procesos mineros e industriales.

02 Litio y Salares

Proyectos con impacto en la cadena productiva del litio, incluyendo gobernanza de Salares para gestión del Litio, con participación de la industria, academia y comunidades.

05 Exploración minerales críticos

Exploración de minerales críticos para el desarrollo sustentable y sostenible, con foco en tierras raras, y/o minerales estratégicos.

08 Fundición y Refinería

Desarrollo de tecnologías para la transformación de los procesos de fundición y refinería que permitan una operación más sostenible y eficiente.

11 Trazabilidad mercado

Trazabilidad en el mercado.

03 Residuos mineros

Minimizar el impacto de los residuos mineros (RISES y RILES) a través de la gestión, legislación, innovación, tecnologías, u otra estrategia que permita su disminución. Se sugiere no centrarse solo en la gestión

06 Fomento PYMM

Fomento para la minería artesanal, pequeña y mediana por medio de modernización tecnológica e inversiones.

09 Recursos Hídricos

Desarrollo de soluciones para eficiencia hídrica, uso y recuperación de agua, Infraestructura compartida para el uso de agua de mar, desalinización.

12 Promoción I+D+i+e en minería

Acciones de fortalecimiento al ecosistema de Investigación y desarrollo, emprendimiento e innovación, para la mediana y gran minería, proveedores y poderes de compra.

EJES Y DIMENSIONES

EJE VERTICAL

Detalla el estado de avance de los proyectos, si están por iniciar, en desarrollo o finalizado.

EJE HORIZONTAL

DIMENSIÓN DRIVERS

Se identifican los desafíos de la industria minera y cómo se relacionan con la visión interna del Ministerio de Minería, respondiendo al ¿Por qué? de los proyectos priorizados.

DIMENSIÓN PROYECTOS

Proyectos extraídos de las fuentes primarias y secundarias analizadas, señalando su impacto (operacional, social, económico y medio ambiental) e hitos relevantes, que responde al ¿Qué? se debe priorizar e impulsar por parte del Ministerio de Minería.

DIMENSIÓN RECURSOS

Aborda los recursos necesarios para la consecución de los proyectos, que incluye los actores relevantes asociados y financiamiento recomendado. Por otra parte, se señalan capacidades del Ministerio de Minería requeridas para impulsar los macronúcleos definidos. Esta dimensión, responde al ¿Cómo? se debería impulsar cada proyecto priorizado.

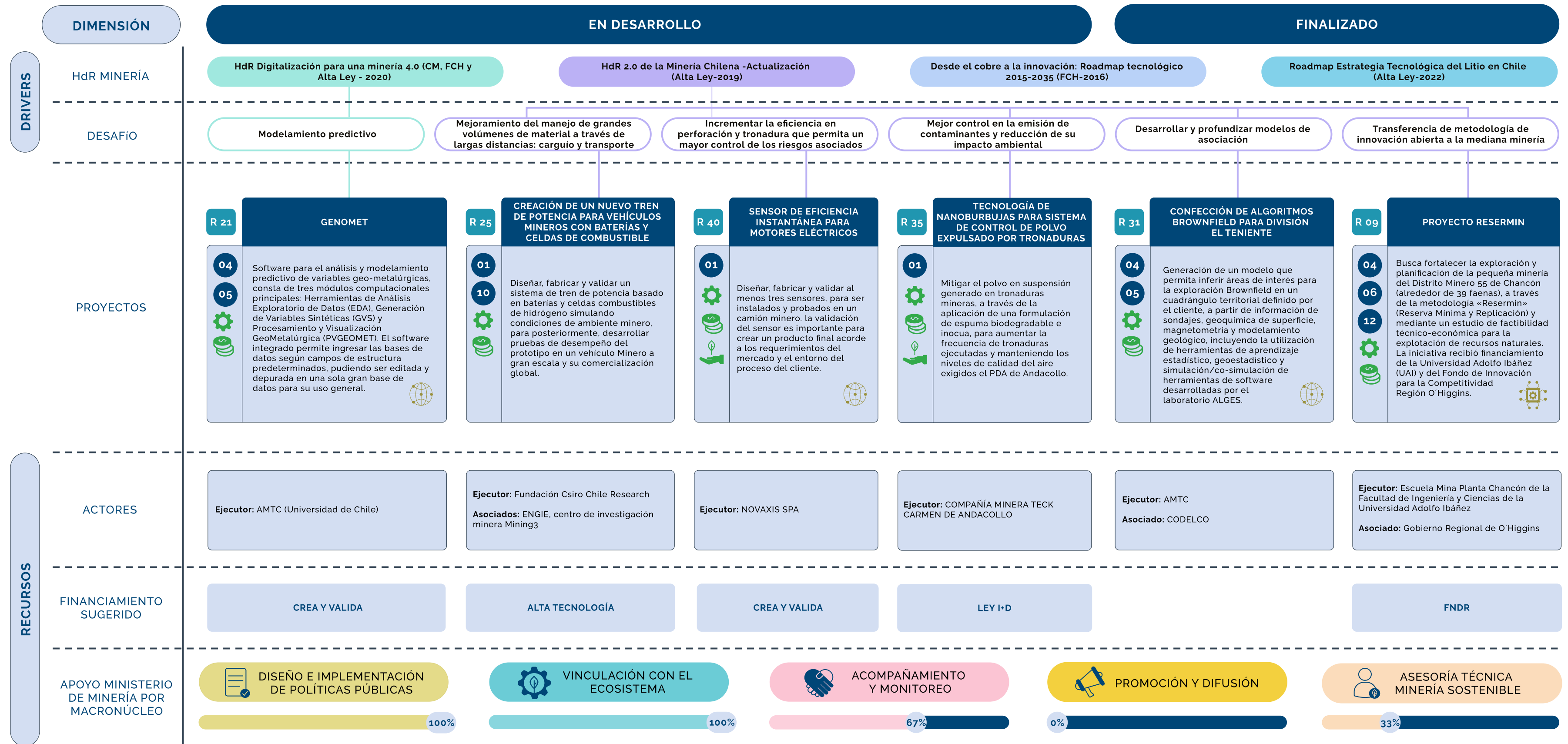
MACRONÚCLEO: Procesos mina

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO POSITIVO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental



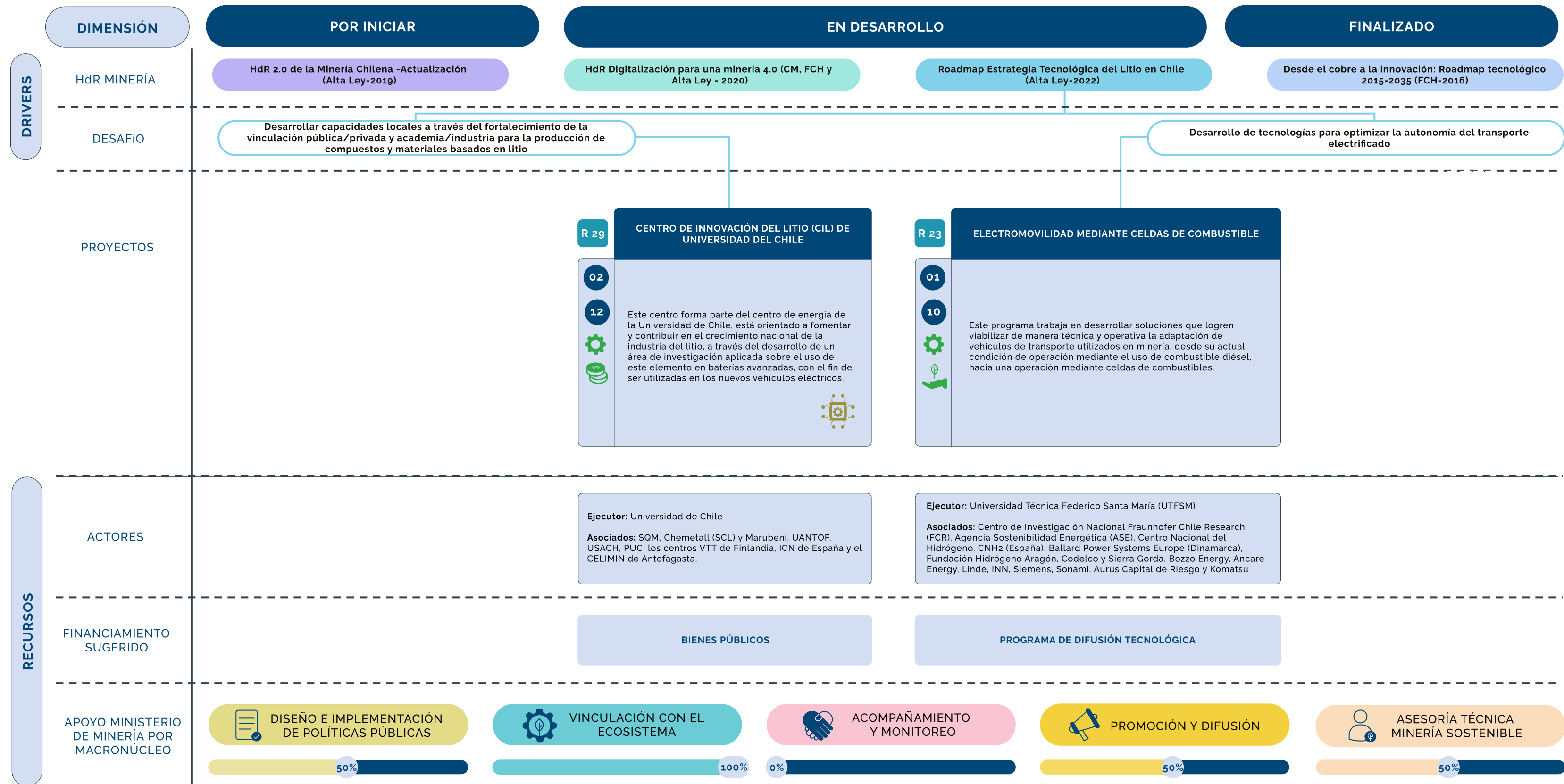
MACRONÚCLEO: Usos del mineral

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Minería inteligente
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO POSITIVO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental



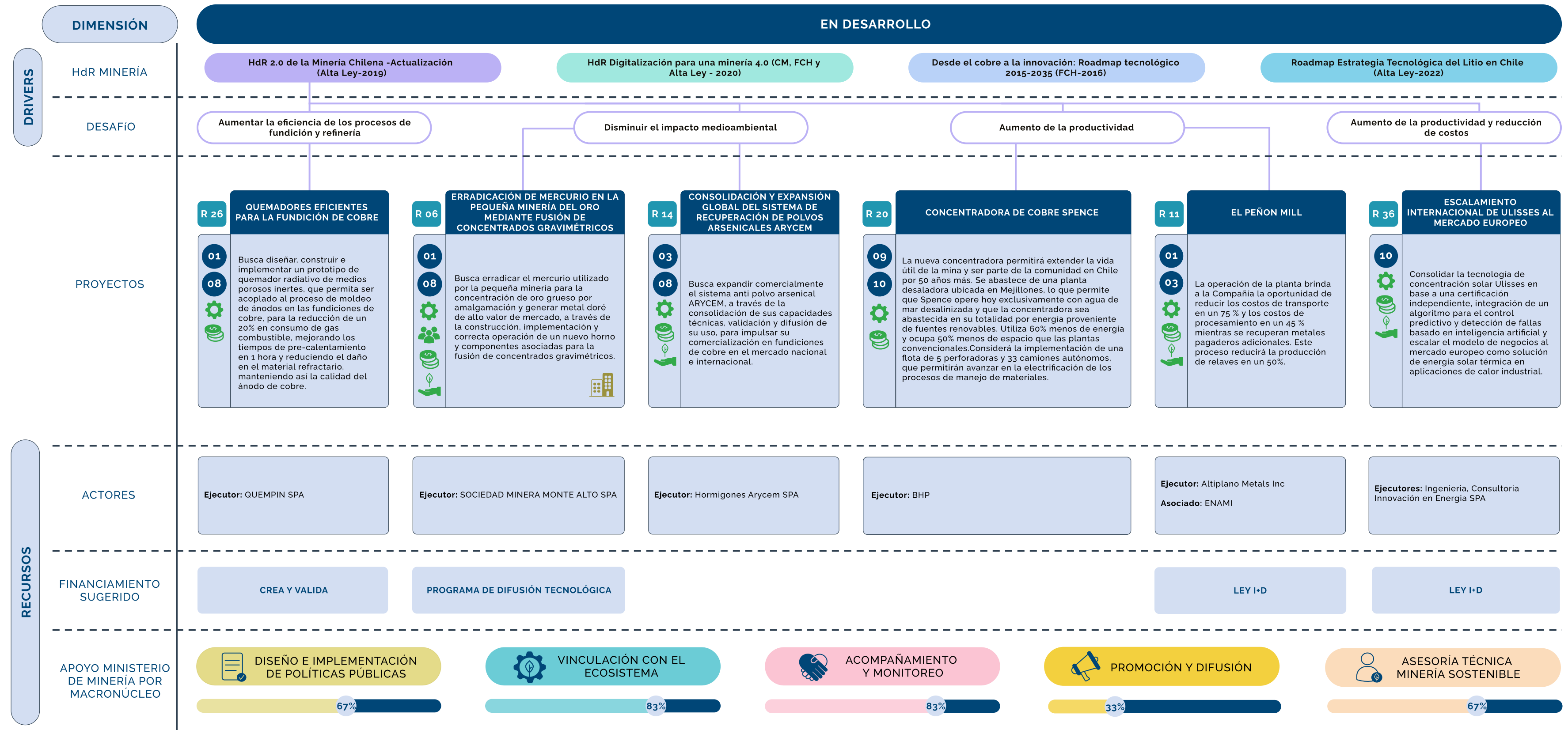
MACRONÚCLEO: Procesos planta

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO POSITIVO

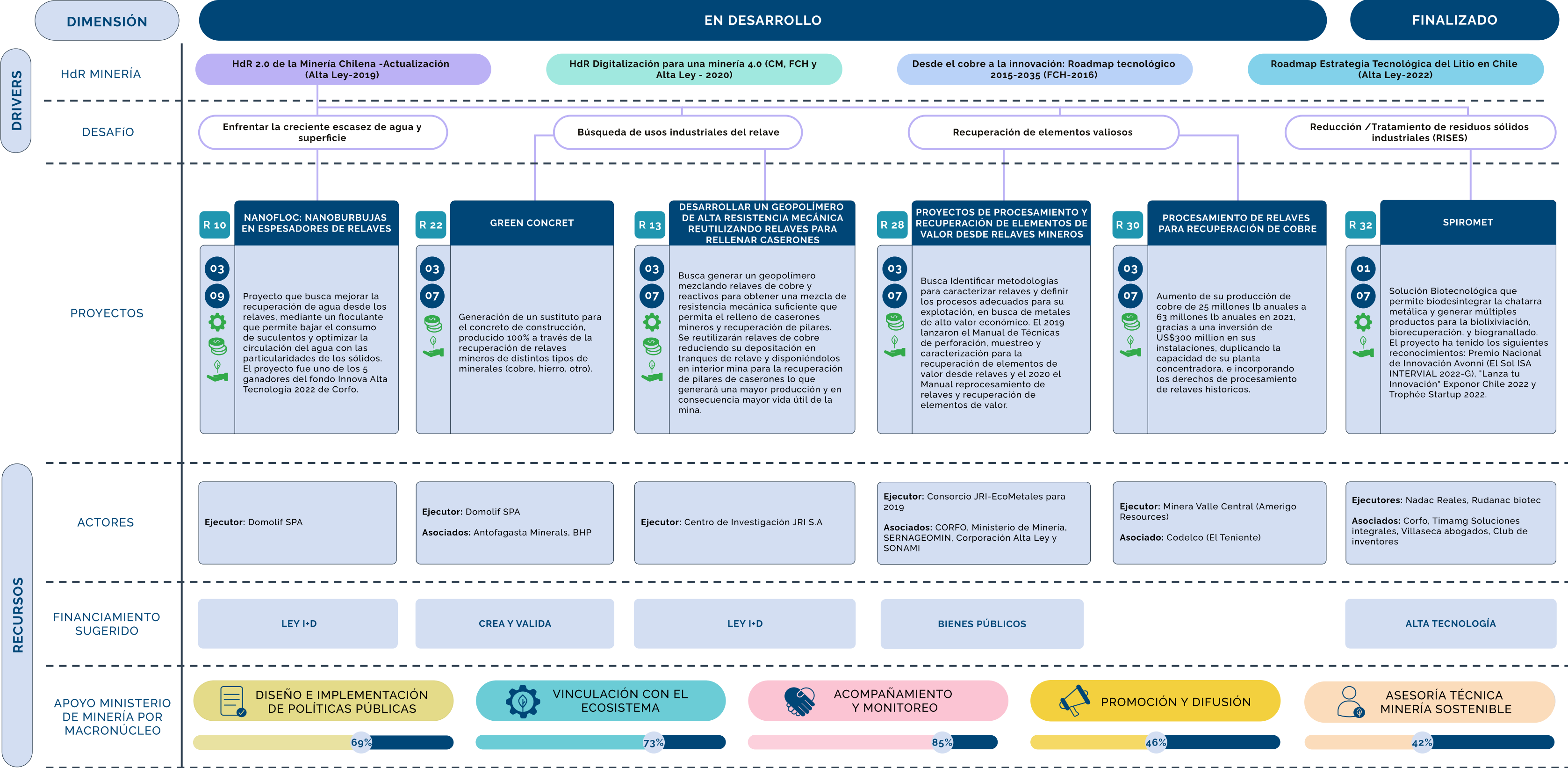
- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental



MACRONÚCLEO: Minería sostenible

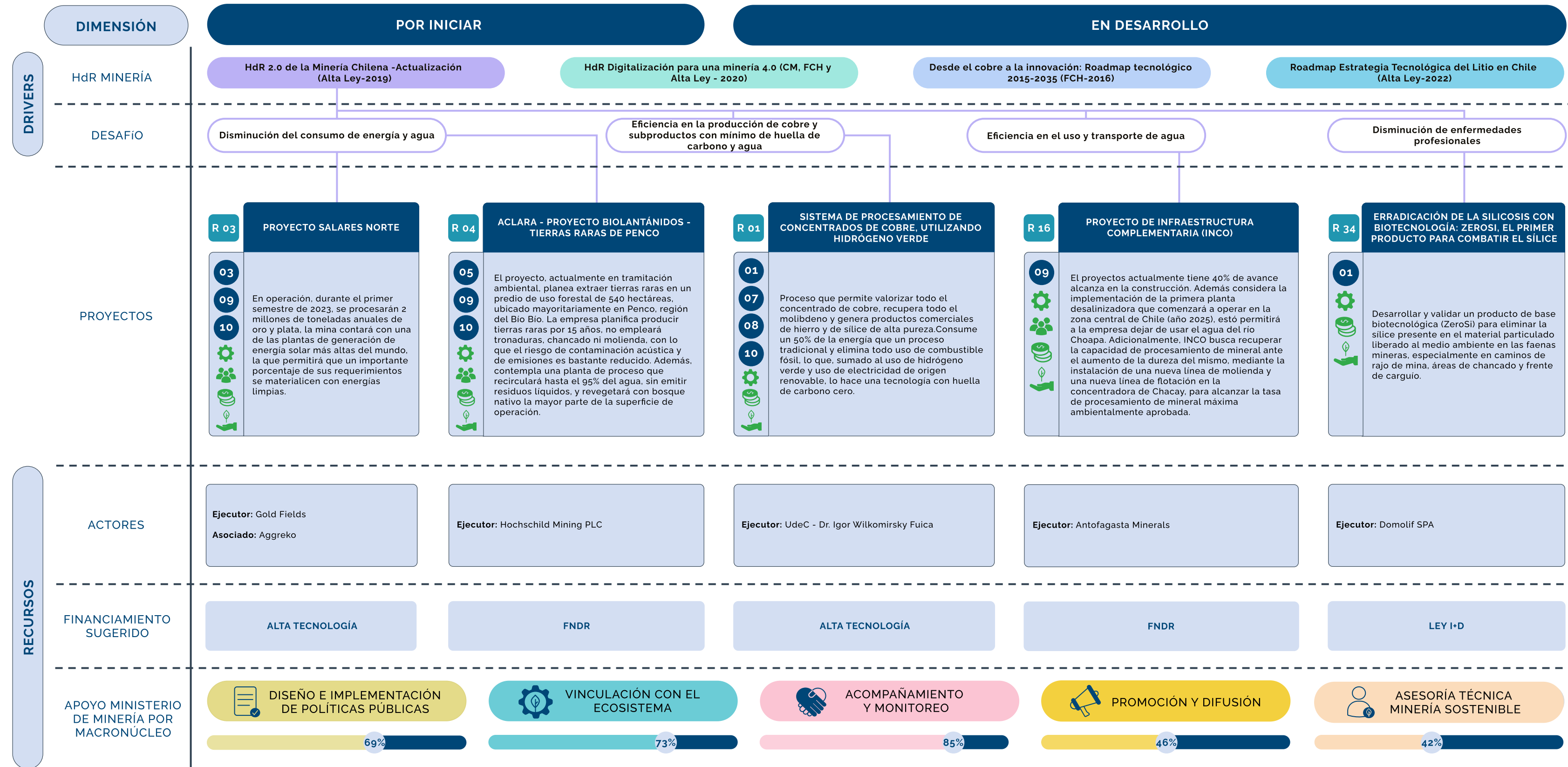
IMPACTO POSITIVO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental



MACRONÚCLEO: Minería sostenible

IMPACTO POSITIVO



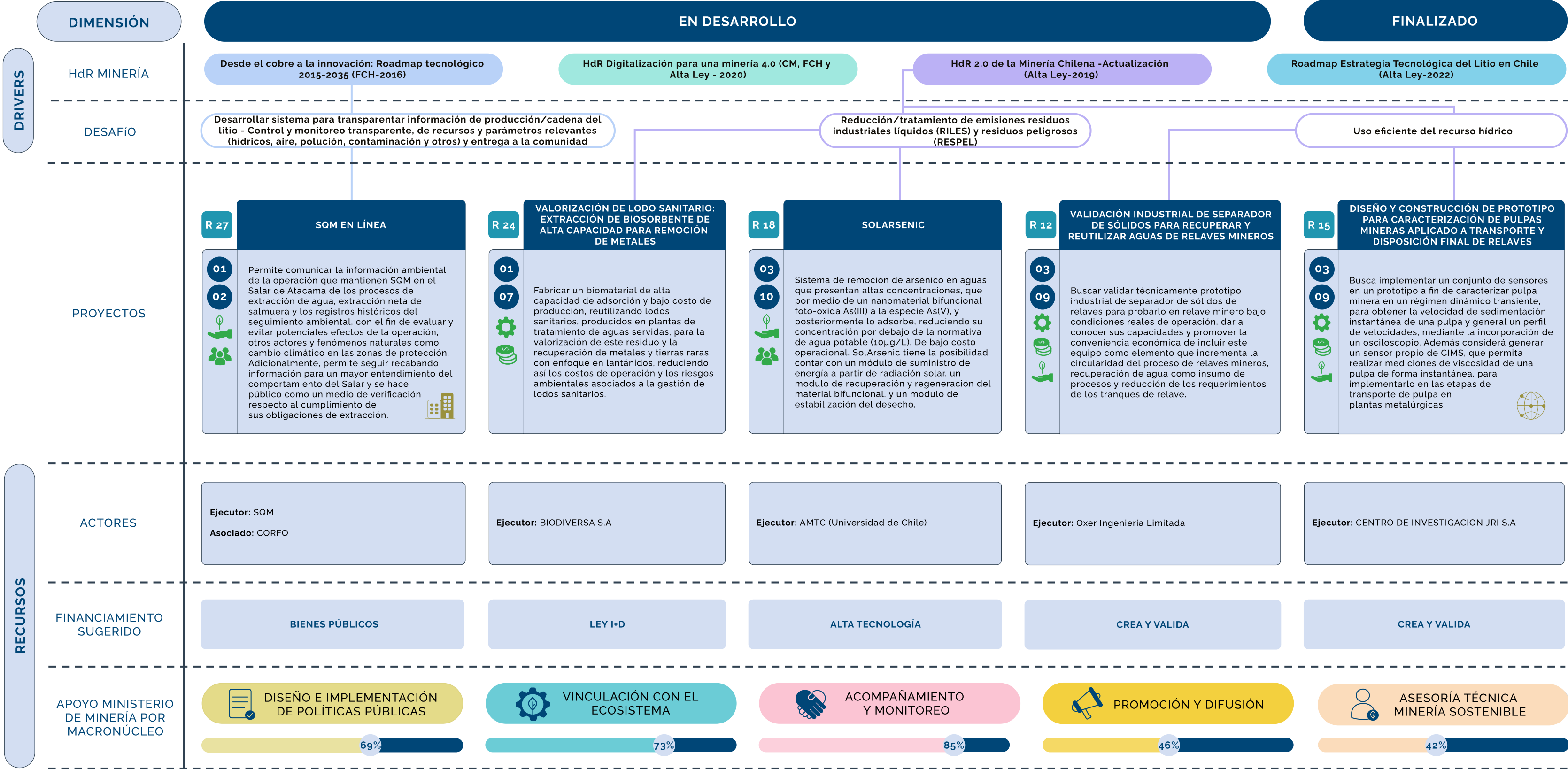
MACRONÚCLEO: Minería sostenible

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO POSITIVO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental



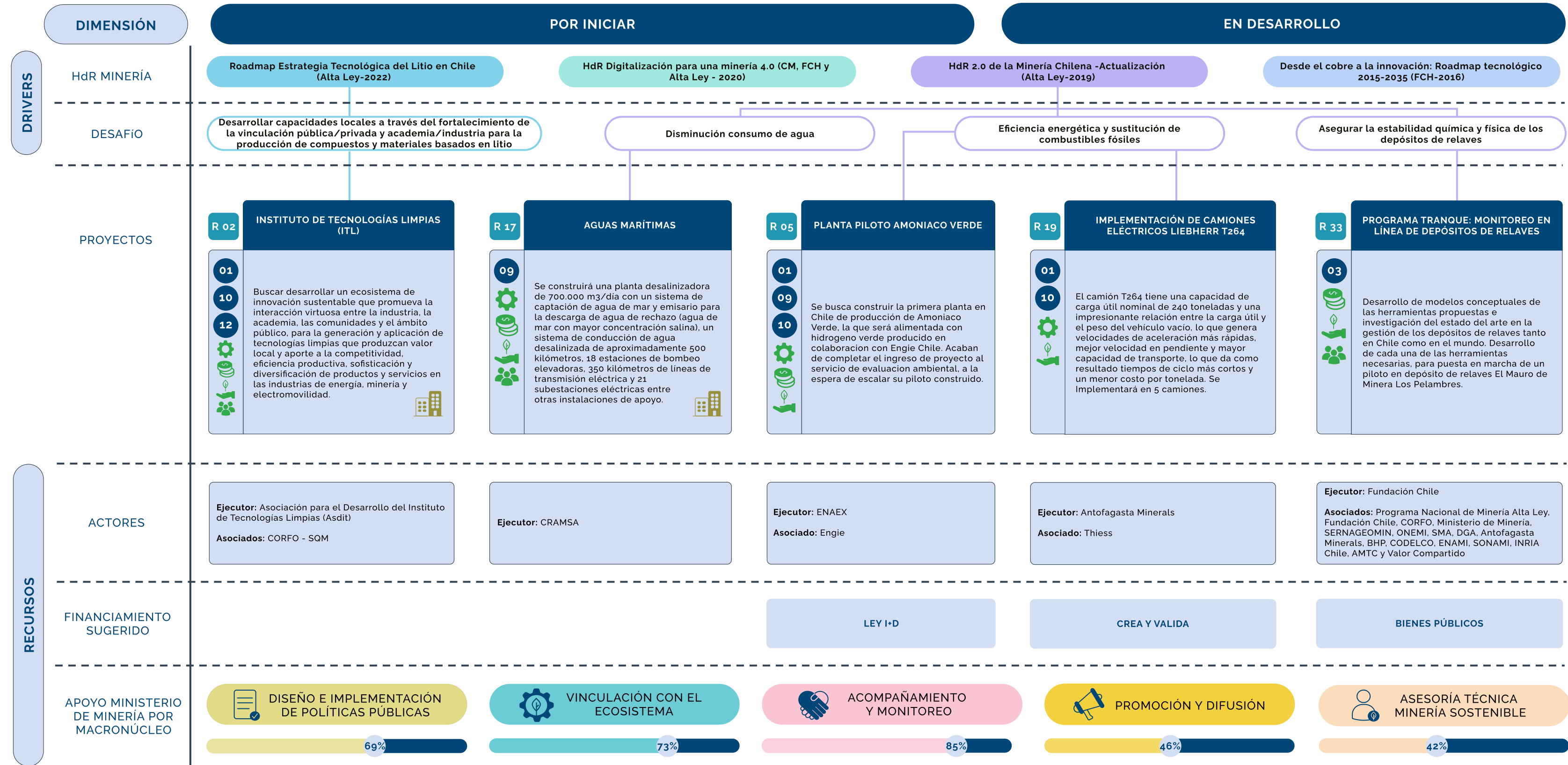
MACRONÚCLEO: Minería sostenible

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO POSITIVO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental



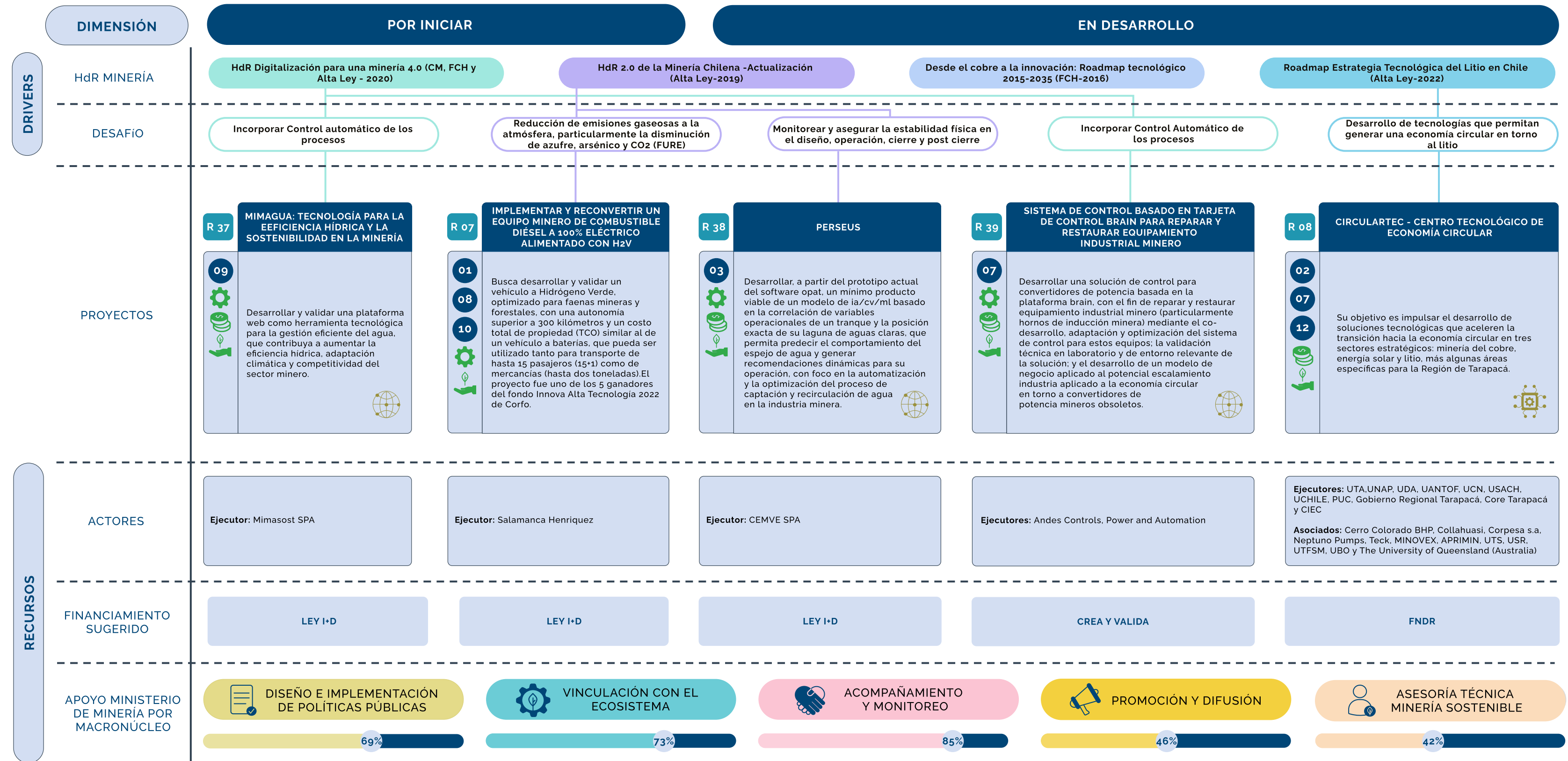
MACRONÚCLEO: Minería sostenible

MACRONÚCLEO HABILITANTE

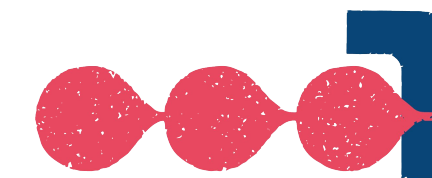
- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO POSITIVO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental



Principales insights de los proyectos seleccionados



- 1 El mayor peso de los proyectos seleccionados está dado por la cercanía con la política minera, siendo la **P1-Minería bajas emisiones**, la de mayor presencia en los proyectos (15 de 40).
- 2 El **50%** de los proyectos relacionados a núcleos habilitante están vinculados a **Minería Inteligente**
- 3 **Ningún proyecto** seleccionado presenta **impactos** operacionales, económico, social y medio ambiental **negativos**.
- 4 El **65%** de los proyectos seleccionados están traccionados desde la **minería sostenible**.
- 5 El **65%** de los proyectos **no presentan eje habilitante** y **todos** los seleccionados están relacionados a un **núcleo traccionante**.
- 6 La tipología de innovación predominante es la de carácter **incremental** (67%), destaca también un importante número de proyectos donde **no se puede apreciar la existencia de innovación** (17%).
- 7 La mayor cantidad de proyectos seleccionados se encuentran **en desarrollo** al momento del estudio (73%), en segundo lugar los proyectos **por desarrollar** (15%) y en menor medida los proyectos **finalizados** (12%).
- 8 Las **capacidades del ministerio** más demandadas por la industria, son la **Vinculación con el ecosistema** y el **Diseño e implementación de políticas públicas**, con un porcentaje de **100%** y **73%** de los proyectos respectivamente.
- 9 Hay una mayor presencia de iniciativas ejecutadas por **entidades privadas** (**72,5%** de los proyectos seleccionados), aunque el **90%** las iniciativas ya han recibido algún **financiamiento público**.
- 10 Dada la naturaleza privada de los participantes el **financiamiento sugerido predominantemente** es la **ley de I+D** con un **25%**. La **baja madurez** de los desarrollos se complementa con un **20%** de proyectos que podrían financiarse con fondos de innovación tipo **Crea y Valida**

Método de definición brechas/ capacidades

Para calcular las capacidades del Ministerio necesarias para cada macronúcleo, primero se identificaron las brechas y las necesidades de cada proyecto.

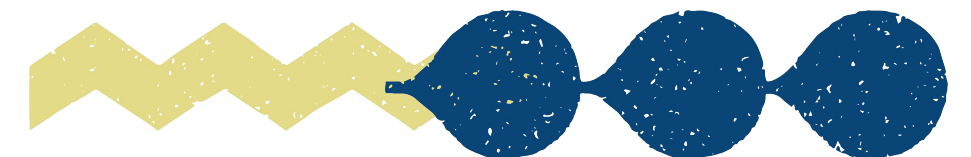
Para asignar las brechas y necesidades se hizo un trabajo mixto que consistió en primer lugar en priorizar la brecha de mayor relevancia siguiendo como criterio principal la madurez del ciclo de desarrollo tecnológico que enfrentan los proyectos y las empresas o emprendimientos. En etapas tempranas y luego del éxito de los primeros prototipos, se requiere de mayores aportes en **financiamiento**. En las últimas etapas del ciclo de desarrollo se puede apoyar el escalamiento (tanto técnico como comercial) y en algunos casos la **internacionalización**. Aquellas iniciativas cuyo driver no es la rentabilidad sino el impacto socio-ambiental, requieren de apoyos en la relación con las **comunidades** o la **vinculación** público privada para ampliar el alcance de las iniciativas. En el caso de la **regulación**, esta acción es más bien habilitante para tipos de proyectos que buscan rentabilidad basadas en impactos positivos o cambios estructurales en la relación entre los actores de un sector productivo.

Luego, la segunda parte del trabajo de la asignación de brechas consistió en complementar lo recién mencionado con una búsqueda de las brechas relacionadas a los desafíos de los proyectos en las HdR y en el resto de los documentos analizados en el desk research.

Una vez identificadas las brechas, se definió qué capacidades del ministerio podían abordarlas.

La asignación de las capacidades ministeriales para las brechas, se construye a partir de las propias definiciones del ministerio en cuanto a sus capacidades y una valoración de cuáles de estas tienen un mayor impacto en abordar las brechas de manera efectiva. De esta manera la capacidad para el **diseño de políticas públicas** no parece tan relevante al momento de realizar acciones de coordinación o mejorar las relaciones con las comunidades, así como tampoco la **asesoría técnica** en minería sostenible aporta de forma relevante para cubrir las brechas de escalamiento, internacionalización o vinculación. Por otro lado casi todas las brechas requieren apoyos en mejorar la **vinculación**, no así las capacidades de **difusión** que debería enfocarse en dar a conocer los avances normativos o acciones de coordinación con otros organismos públicos.

Por último, tras asignar brechas y capacidades a todos los proyectos priorizados, se hizo el cálculo del porcentaje de capacidades necesarias en cada macronúcleo traccionante, el cuál queda expresado en las visualizaciones.



Descripción brechas/necesidades

► Internacionalización

Búsqueda y llegada a nuevos mercados para los productos desarrollados localmente por proveedores nacionales.

► Emplazamiento

Búsqueda y Coordinación de locaciones que faciliten el fortalecimiento de actividades productivas y encadenamientos locales.

► Regulación, Normativa y Permisología

Abordar las nuevas exigencias regulatorias del sector, ajustándose según tamaño de las empresas y madurez de las tecnologías. De la misma manera agilizar los procesos mediante mecanismos alternativos cuando corresponda técnicamente.

► Escalamiento

Apoyo para llevar los resultados obtenidos a nivel de prueba piloto a condiciones reales de operación, mediante vinculación con faenas y financiamiento de pruebas.

► Financiamiento

Facilitar los mecanismos de acceso a fondos con foco sectorial y con apoyo institucional para mejorar el desempeño en la evaluación de estos proyectos.

► Vinculación y coordinación

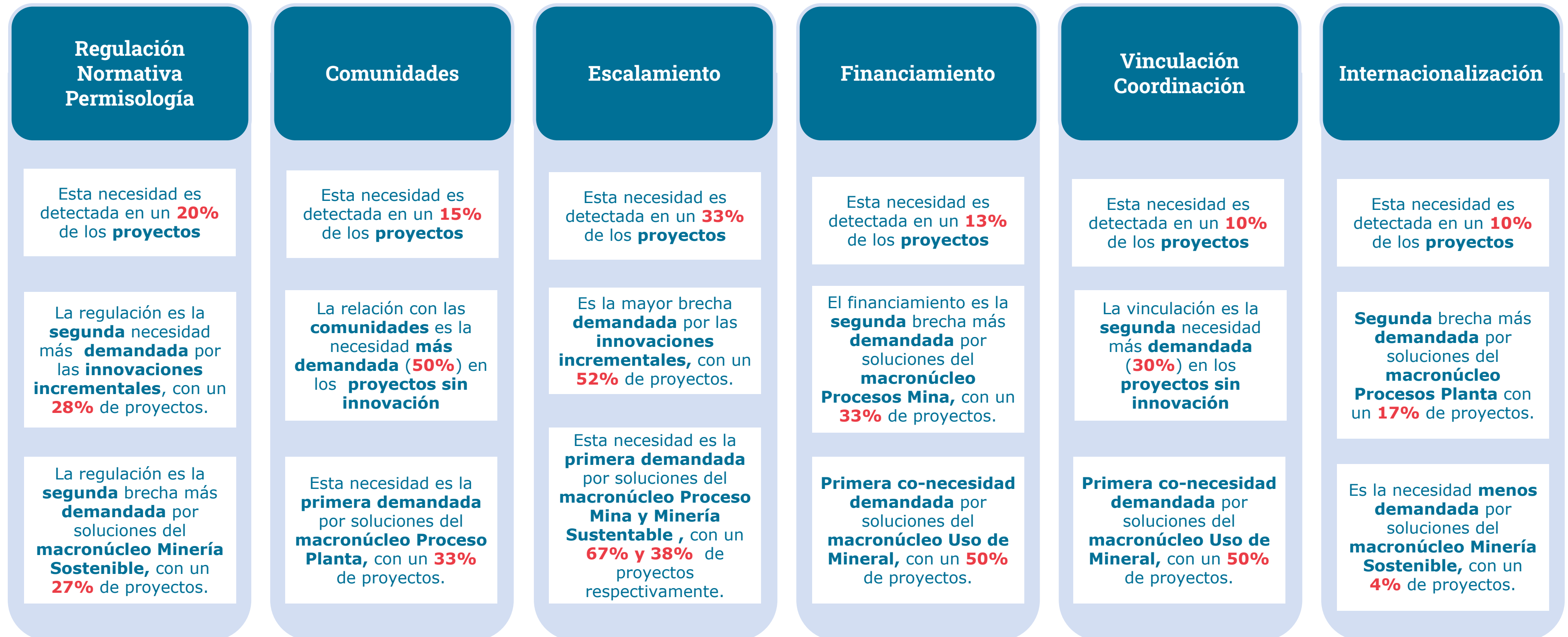
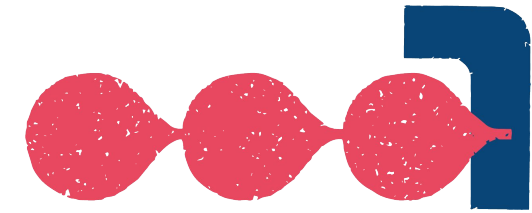
Desarrollar los mecanismos para disminuir las asimetrías en las interacciones con distintos organismos públicos o privados para fortalecer la actividad del sector.

► Comunidades

Apoyo en las interacciones necesarias para mejorar las relaciones con la comunidad y dar cumplimiento a las exigencias regulatorias, mediante un actor que facilite la confianza en los procesos. Para efectos de este trabajo al hablar de comunidad se hace referencia específicamente a comunidades mineras, que según la Cepal (2003) pueden definirse como aquellas que teniendo o no recursos minerales, reciben los impactos económicos, sociales y ambientales de la actividad minera.



Análisis brechas/necesidades detectadas

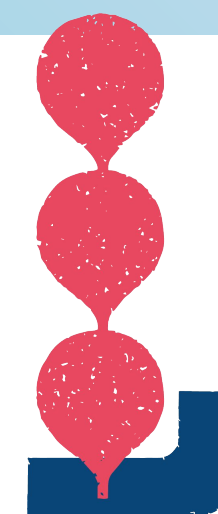


*Todos los valores se expresan en términos de Frecuencia relativa (%) de los proyectos seleccionados



06.

Plan Tecnológico Conciliador (PTC)



Hacia un Plan Tecnológico Conciliador (PTC)



¿Qué es un PTC?

Se entiende por plan tecnológico conciliador al conjunto de acciones estratégicas que se construyen a partir del análisis multidimensional de una cartera de proyectos, acciones sugeridas por actores claves y la visión de Brinca en temas de innovación y evolución corporativa.

De las necesidades de cada proyecto seleccionado se proponen capacidades al Ministerio de Minería que deban desarrollar para generar un PTC que permita apoyar y acelerar los proyectos identificados en los distintos roadmaps.

¿Para qué sirve el PTC?

Esta primera aproximación a un PTC le permitirá al Ministerio de Minería:

- Acoplar las acciones del ministerio con el avance y desarrollo tecnológico de la industria minera.
- Establecer los puntos de contacto para fortalecer la implementación de la política nacional minera (PNM).
- Avanzar en el fortalecimiento de las capacidades del ministerio y su adaptación a las necesidades de la industria para aprovechar las sinergias de la colaboración público-privada.

¿Cuál es su alcance?

En atención a las fuentes recolectadas, la construcción del PTC está sujeto a restricciones en cuanto a la amplitud de cartera de proyectos, lo que se ve afectado además por el dinamismo propio de la industria.

Por lo anterior, el trabajo realizado se focaliza en el desarrollo de capacidades para el Ministerio de Minería para poder apoyar y acelerar los proyectos seleccionados.

Esto es una primera aproximación a un PTC, que le permitirá al Ministerio de Minería, diseñar su plan de trabajo para sus años de gobierno (2022- 2026).

Capacidades del Ministerio

Estas son las capacidades que el Ministerio de Minería debe robustecer, para abordar las brechas/necesidades detectadas en los proyectos seleccionados y las acciones propuestas en el PTC.



Diseño e implementación de políticas públicas

Capacidad de análisis orientada a definir las acciones públicas (políticas, planes, programas y normas) más efectivas para que el ministerio atienda las necesidades de los proyectos, mediante un conjunto deliberado y secuencial de actividades, con apoyo social y del sector minero.



Vinculación con el ecosistema

Capacidad de conectar a los diferentes actores claves del ecosistema, generando una sinergia entre las instituciones públicas y/o privadas, por medio de la disposición y articulación de experiencias o espacios de interacción para impulsar la industria minera.



Acompañamiento y monitoreo

Capacidad de desarrollar un conjunto de prácticas de apoyo, seguimiento y retroalimentación para asegurar el éxito de los proyectos que incentiven el fomento productivo, la innovación, productividad y sostenibilidad.



Promoción y difusión

Contribuir a la valoración y comunicación del aporte que realizan las iniciativas al sector minero y al desarrollo del país. Como a su vez, promover la implementación de los proyectos generando condiciones para que su actividad se desarrolle de forma sostenible.



Asesoría técnica en minería sostenible

Capacidad de brindar asesoría técnica en materias ambientales, regulatorias sectoriales, relación con la comunidad y pueblos indígenas, con el fin de contribuir a un desarrollo sustentable, seguro e inclusivo.

Acciones propuestas que demandan o fortalecerán las diferentes capacidades del Ministerio



1. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS

- 1.1 Capacitación en Innovación y tecnología 4.0
- 1.2 Observatorio y Vigilancia de tendencias y tecnologías
- 1.3 Instrumentos de incentivo tributario
- 1.4 Procesos de permisos ambientales más ágiles
- 1.5 Actualización Normativa Relaves
- 1.6 Incentivo para la Minería verde
- 1.7 Soluciones tecnológicas FURE
- 1.8 Plan de trabajo ciberseguridad



2. VINCULACIÓN CON EL ECOSISTEMA

- 2.1 Gobernanza interna
- 2.2 Consorcios públicos/privados
- 2.3 Ecosistema de entidades públicas
- 2.4 Programas de entrenamiento
- 2.5 Fomento de Iniciativas en H2V
- 2.6 Modelo asociatividad para PYMM
- 2.7 Plataforma Mentores
- 2.8 Vinculación CORFO



3. ACOMPAÑAMIENTO Y MONITOREO

- 3.1 Evaluación en profundidad de los proyectos seleccionados
- 3.2 Escalamiento e internacionalización de proyectos
- 3.3 Acompañamiento actores ejecutores
- 3.4 Programas de innovación abierta
- 3.5 Soluciones a escala PYMM
- 3.6 Acceso equipamiento innovador PYMM



4. PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN

- 4.1 Difusión quehacer minero a la ciudadanía
- 4.2 Impactos positivos de proyectos sostenibles
- 4.3 Impactos positivos proyectos seleccionados
- 4.4 Actualización y optimización información geológica



5. ASESORÍA TÉCNICA EN MINERÍA SOSTENIBLE

- 5.1 Construcción de alianzas
- 5.2 Instalación de capacidades de innovación
- 5.3 Fortalecimiento ENAMI
- 5.4 Instancias de transferencia tecnológica
- 5.5 Configuración de pilotos para PYMM
- 5.6 Herramientas de vinculación con comunidades



Diseño e implementación de políticas públicas



ACCIONES PROPUESTAS

- 1.1 Capacitar a Policy Makers en temas de Innovación y tecnología 4.0 para un mejor diseño de políticas públicas que fomenten la innovación.
- 1.2 Construir un Observatorio de vigilancia de tendencias y tecnología minera que permita nutrir los proyectos de ley.
- 1.3 Potenciar los instrumentos de incentivo tributario para la I+D en empresas privadas y diseñar fomento *ad hoc* para instituciones públicas.
- 1.4 Implementar mecanismos abreviados y eliminar redundancias en normativas ambientales, con el fin de acelerar los procesos de concesión de permisos para proyectos mineros.
- 1.5 Revisar la normativa para que se ajuste a los nuevos desarrollos tecnológicos en relaves que permitan su implementación y escalamiento.
- 1.6 Implementar mecanismos de incentivo para el desarrollo de minería sustentable, tales como: royalty diferenciales para mineras verdes, aumentos de crédito tributarios para proyectos con resultados de impacto medioambiental positivo, instrumentos de financiamiento público con foco en minería sustentable, entre otros.
- 1.7 Diseñar un mecanismo para el escalamiento e implementación de soluciones tecnológicas que permitan la transformación tecnológica de los procesos de fundición y refinación (FURE) para mantener las ventajas estratégicas de esta capacidad instalada.
- 1.8 Implementar el plan de trabajo generado o por generar de la alianza para la Ciberseguridad, compuesto por el Ministerio de Minería, Corporación Alta Ley , CSIRO Chile y 5 empresas mineras.



Vinculación con el ecosistema

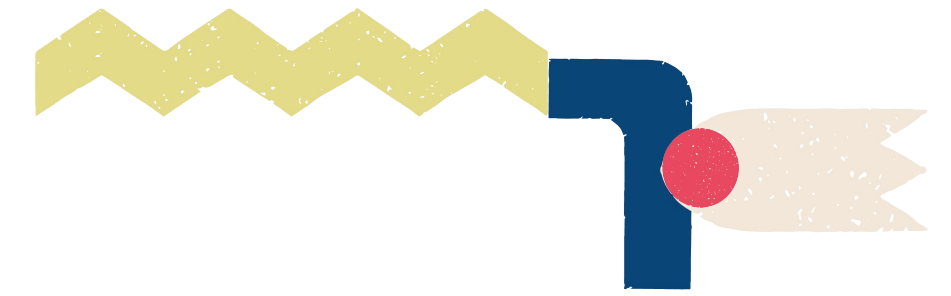


ACCIONES PROPUESTAS

- 2.1** Fortalecer la gobernanza de innovación interna del Ministerio de Minería, para una mayor coordinación y ejecución de planes de trabajo.
- 2.2** Fomentar la formación de consorcios público/privados para abordar desafíos de la industria minera en sostenibilidad, fomento, género y talento joven.
- 2.3** Generar un ecosistema público de fomento a la industria minera con otros ministerios, que estén relacionados con el quehacer de la industria, tales como: Ministerio de Energía, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de transporte y telecomunicaciones, Ministerio de Obras públicas, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e innovación, entre otros.
- 2.4** Vincularse con ELEVA para la implementación de programas de entrenamiento en temáticas de construcción de proyectos mineros.
- 2.5** Coordinar con el Ministerio de Energía y tomar el liderazgo en conjunto, para la promoción de iniciativas de H2V en la minería. Además, vincular los puntos de consumo de H2V con el fin de formar economías de escala, y así disminuir los CAPEXs de los proyectos de generación de hidrógeno para la industria minera.
- 2.6** Desarrollar un modelo de asociatividad para la demanda de soluciones tecnológicas tanto de forma directa como a través de los poderes de compra orientado a la PYMM.
- 2.7** Generar una plataforma de mentores que permita la transferencia de conocimiento, desde profesionales experimentados hacia los nuevos talentos.
- 2.8** Generar asociatividad con CORFO para el diseño e implementación de instrumentos públicos de financiamiento, orientado a los desafíos de la industria minera.



Acompañamiento y monitoreo



ACCIONES PROPUESTAS

- 3.1** Instalar capacidades de análisis y monitoreo en el Ministerio de Minería, que les permita realizar una mejor evaluación técnica y del impacto de los proyectos seleccionados según su deseabilidad, viabilidad y factibilidad.
- 3.2** Apoyar el escalamiento e internacionalización de proyectos de innovación desarrollados por proveedores mineros y la PYMM.
- 3.3** Acompañar a los actores ejecutores de las iniciativas seleccionadas para acelerar el desarrollo de los proyectos.
- 3.4** Identificar, acompañar y fortalecer los diferentes programas de innovación abierta que existen en el ecosistema minero.
- 3.5** Fomentar el desarrollo de soluciones tecnológicas a escala de operación de la pequeña minería.
- 3.6** Promover el financiamiento al acceso de equipamiento innovador y tecnológico para la PYMM.



Promoción y difusión

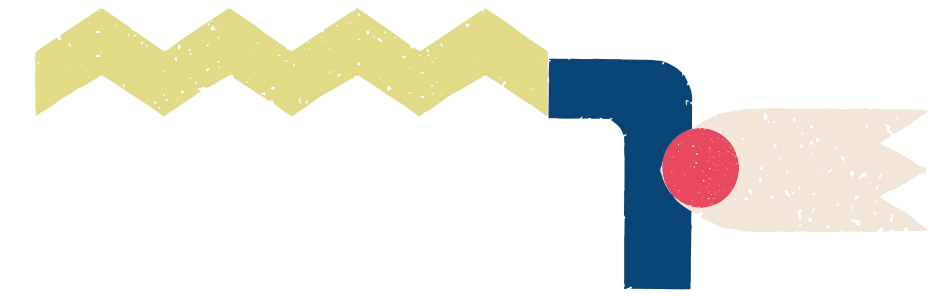


ACCIONES PROPUESTAS

- 4.1** Desarrollar e implementar un sistema de difusión del quehacer minero que sea amigable con la ciudadanía, utilizando lenguaje directo y visualizaciones explicativas.
- 4.2** Transmitir a las empresas mineras los impactos positivos operacionales y económicos, que conlleva la implementación de proyectos sostenibles (Minería Verde, Género, Comunidades y Seguridad), con el fin de promover su ejecución en la industria.
- 4.3** Difundir al ecosistema los impactos positivos que implica el desarrollo de los proyectos seleccionados.
- 4.4** Promover el uso de los sistemas de información geológica y su actualización con herramientas de búsqueda y preprocesamiento (SERNAGEOMIN-ENAMI), para mejorar los ciclos de tomas de decisión en actividades mineras.



Asesoría técnica en minería sostenible



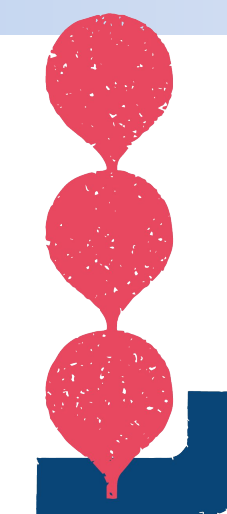
ACCIONES PROPUESTAS

- 5.1 Construir alianzas con entidades expertas en innovación, tecnologías, género, comunidad y/o pueblos originarios, para robustecer las capacidades técnicas del ministerio.
- 5.2 Instalar capacidades de innovación y generar un equipo de trabajo destinado a la I+D+i minera en el ministerio, a fin de fortalecer sus capacidades para acompañar de mejor manera a la industria en tema de innovación.
- 5.3 Fortalecer el papel de ENAMI en fomento de la PYMM, innovación, pruebas y pilotajes.
- 5.4 Implementar instancias de transferencia tecnológicas efectivas para la PYMM.
- 5.5 Apoyar la configuración de pilotos para el desarrollo de una pequeña y mediana minería sustentable.
- 5.6 Diseñar y transferir herramientas de vinculación entre las comunidades y las empresas mineras.



07.

Anexos



01 Anexo

Herramienta de selección



Herramienta de selección

Debido a la gran cantidad de proyectos presentes en el ecosistema, se vuelve necesario priorizar, para poder orientar las distintas herramientas y capacidades del ministerio de manera focalizada.

Para lograr lo anterior, se elaboró una herramienta de selección a partir de la metodología de evaluación multicriterio, que busca combinar las distintas dimensiones, objetivos, actores y escalas que se hallan envueltos en el proceso, sin sacrificar la calidad, confiabilidad y consenso en los resultados (Arancibia et al., 2011).

La iteración final de la herramienta de selección, en adelante “matriz de priorización”, se forma a partir de los tres atributos claves que debe tener una solución según la metodología de Design Thinking: **deseabilidad, viabilidad y factibilidad**

El Design Thinking (DT) o pensamiento de diseño, es un proceso de pensamiento no lineal e iterativo que se utiliza para crear soluciones centradas en el usuario. Esta metodología nos permite, (1) entender mejor a los usuarios, (2) desafiar nuestros supuestos, (3) crear soluciones innovadoras, y (4) prototipar y testear dichas soluciones.

En palabras de uno de los principales referentes del DT, Tim Brown, esta metodología pone la sensibilidad y los métodos que usualmente utilizan los diseñadores para vincular las necesidades y deseos de las personas, con lo que es tecnológicamente factible y económicamente viable.

De esta forma, y considerando que el producto final de este proyecto busca ser de utilidad para la ejecución y elaboración de programas y políticas para el Ministerio, esta metodología nos permitirá crear una herramienta de selección pensada y centrada en el uso que le puedan dar.

A continuación se definirá brevemente cada atributo, explicando de qué manera se mide y operacionaliza en la matriz de selección . Se mostrará cuáles son sus valores empíricos, tanto mínimos como máximos, y el ponderador asociado a él.

Herramienta de selección

Deseabilidad

Este es el factor más importante y el primero a considerar. Un producto o solución es deseable cuando resuelve un problema real. Este atributo se puede ver materializado en la pregunta “¿Qué necesitan las personas?”.

Para efectos de la herramienta de priorización, este atributo se mide con la variable “Proximidad Política Nacional Minera 2050 (PNM 2050)”. Esta variable da cuenta de que tanto se acerca el proyecto a los lineamientos dados por la PNM 2050. Esto en el entendido, de que dicha política cumple un rol articulador de las distintas iniciativas surgidas tanto en el sector público como privado.

1. **Variable con la que se mide:**
 - a. Proximidad Política Nacional Minera 2050 (PNM 2050)
2. **Atributos de la variable:**
 - a. Tiene o no tiene proximidad a alguno de los 12 ejes de la PNM 2050. Se suma un punto por cada eje.
 - i. 0 = No tiene proximidad
 - ii. 1 = Sí tiene proximidad
3. **Valores empíricos:**
 - a. Valor mínimo: 0 = No tiene proximidad con la PNM 2050
 - b. Valor máximo: 11 = Tiene proximidad con los 11 ejes de la PNM 2050
 - c. **Ponderador asociado: 0,8**

Cabe destacar que como se señaló en la explicación, al ser este el factor más importante, es el que tiene la ponderación más alta, con un valor de 0,8.

Viabilidad

Se da cuando la solución se enmarca en un modelo de negocio financieramente sustentable. Usualmente este atributo responde a la pregunta “¿Qué es financieramente viable?”.

No obstante, para la matriz de priorización de proyectos se amplía el criterio de viabilidad, incluyendo no solo el factor financiero, sino que también se incluyen los ámbitos: sociales, ambientales y operacionales. Entendiendo así la viabilidad como un concepto complejo, asociado a los impactos antes mencionados.

En esta línea, la viabilidad tiene que ver con las posibilidades físicas, ambientales, económicas y sociales que atañen al proyecto. Así, y considerando que un proyecto tiene viabilidad cuando tiene probabilidad de llevarse a cabo, se estudiarán los 4 impactos de los proyectos, para analizar si generan efectos positivos o negativos.

1. **Variables con las que se mide:**
 - a. Impacto, que a la vez se subdivide en cuatro variables:
 - i. Impacto Social
 - ii. Impacto Económico
 - iii. Impacto Operacional
 - iv. Impacto ambiental
2. **Atributos de la variable:**
 - a. Cada tipo de impacto puede tener tres categorías de respuesta:
 - i. -1 = impacto negativo
 - ii. 0 = no tiene ni impacto negativo ni positivo
 - iii. +1 = tiene impacto positivo
3. **Valores empíricos:**
 - a. Valor mínimo: -4 = Solo tiene impactos negativos
 - b. Valor máximo: 4 = Solo tiene impactos positivos
 - c. **Ponderador asociado: 0,6**

Factibilidad

Se cumple cuando la solución o proyecto definido es posible de implementar, tanto a nivel técnico como operativo. Usualmente responde a la pregunta “¿Qué es factible tecnológicamente?”.

Este atributo supone conocer cuando la solución es posible tanto a nivel de inversión, operativo o técnico.

Para efectos de este estudio, en donde el objetivo es entregar información significativa que permita priorizar proyectos (en atención al volumen de proyectos), se medirá la factibilidad a partir de la intensidad de la innovación y el estado de avance del proyecto.

1. **Variables con las que se mide:**
 - a. Intensidad de la innovación
 - b. Nivel de avance
2. **Atributos de la variable:**
 - a. Intensidad de la innovación
 - i. Incremental = 0,5
 - ii. Disruptiva = 0,3
 - iii. Radical = 0,2
 - b. Nivel de avance
 - i. En desarrollo = 0,6
 - ii. Por desarrollar = 0,4
 - iii. Finalizado = 0,2
3. **Valores empíricos:**
 - a. Intensidad de la innovación
 - i. Valor máximo: 0,5 (Innovación incremental)
 - ii. Valor mínimo: 0,2 (Innovación radical)
 - iii. **Ponderador asociado: 0,15**
 - b. Nivel de avance
 - i. Valor máximo: 0,6 (En desarrollo)
 - ii. Valor mínimo: 0,2 (Finalizado)
 - iii. **Ponderador: 0,3**

Herramienta de selección

A continuación se muestra una tabla resumen que contiene las variables, sus atributos, el puntaje asociado y el ponderador correspondiente. Dado que el puntaje máximo es 12,455, se considera dicho valor como 100% para realizar la estandarización de los puntajes.

Atributo	Variables	Sub-variables	Categorías	Valores	Ponderación
Deseabilidad	Proximidad PNM 2025	12 ejes PNM 2050	Sí, No	1,0 (+1 por cada categoría)	0,8
Viabilidad	Impacto	Social	Positivo, Neutral, Negativo	-1,0,1	0,6
Viabilidad	Impacto	Ambiental	Positivo, Neutral, Negativo	-1,0,1	0,6
Viabilidad	Impacto	Operacional	Positivo, Neutral, Negativo	-1,0,1	0,6
Viabilidad	Impacto	Económico	Positivo, Neutral, Negativo	-1,0,1	0,6
Factibilidad	Intensidad innovación	Incremental		0,5	0,15
Factibilidad	Intensidad innovación	Disruptiva		0,3	0,15
Factibilidad	Intensidad innovación	Radical		0,2	0,15
Factibilidad	Avance alcanzado	Estado de proyecto	Por desarrollar	0,4	0,3
Factibilidad	Avance alcanzado	Estado de proyecto	En desarrollo	0,6	0,3
Factibilidad	Avance alcanzado	Estado de proyecto	Finalizado	0,2	0,3
Puntaje máximo equivalente al 100%: 12,455					

02 Anexo

Descriptores fichas de proyectos



Descriptores de proyecto

OBJETIVO

Describe qué se va realizar en el proyecto, cómo se va ejecutar y para qué se va a desarrollar (finalidad).

RANKING - R

Define la posición de ranking que quedó la iniciativa después de la priorización de los proyectos.

NIVEL DE AVANCE

➤ Por desarrollarse

Se asigna a proyectos que están por iniciarse.

➤ En desarrollo

Se asigna a proyectos que están en ejecución.

➤ Finalizado

Se asigna a proyectos que han culminado su desarrollo.

APRENDIZAJES/OPORTUNIDADES

El proceso de conceptualización y desarrollo de los proyectos permite adquirir aprendizajes necesarios para avanzar en el cumplimiento de los objetivos, estos conocimientos pueden ser útiles de transferir a otras iniciativas para acortar los ciclos de desarrollo.

INTENSIDAD DE INNOVACIÓN

➤ Incremental¹

Cualquier modificación que provoque una diferencia efectiva en los productos o procesos se considera una innovación incremental. Busca reemplazar un producto ya existente con versiones mejoradas del mismo. Proviene de escuchar las necesidades de los clientes en el mercado existente y crear productos que satisfagan sus necesidades. No crea nuevos mercados, sino que desarrolla los existentes.

➤ Disruptiva¹

Se considerará a cualquier diferencia que resulte en alteraciones significativas de la forma de realizar la actividad (productos, procesos). Crea nuevos mercados (que son completamente desconocidos) y cadenas de valor. Eventualmente interrumpen un mercado existente, desplazando una tecnología anterior.

➤ Radical²

Cualquier desarrollo que implique un cambio de paradigma tecnológico respecto de la operación actual (estructura, procesos, productos o actividades de la organización) con alto grado de incertidumbre. Cambia el escenario de una organización, ya sea en el mercado o en la dinámica empresarial y, en algunos casos, llegan a provocar la aparición de nuevas industrias.

1 - Basada en la definición de Innovación Incremental y Disruptiva, contenida en los formularios de postulación a subsidios de Innova-CORFO

2.- Definición basada en los documentos: Ángel Álvarez, B. E. (2009). El concepto de innovación - Garzón, M. A. e Ibarra, A. (2013). Innovación empresarial, difusión, definiciones y tipología. Una revisión de literatura. Revista Dimensión Empresarial, vol. 11, Núm. 1, pp. 45-60.

Descriptores de proyecto

IMPACTO

➤ Económico

Se considera el efecto en el rendimiento económico de la empresa que se beneficia de los resultados del proyecto. No se infieren impactos negativos cuando el proyecto tiene impactos medioambientales positivos.

➤ Operacional

Se consideran la ocurrencia de modificaciones en las formas de realizar los trabajos o los procesos donde se aplican los resultados

➤ Social

Se consideran impactos sociales a los generados en las personas más allá de los límites de la empresa Ej. comunidad, familias de los trabajadores, etc

➤ Medio Ambiental

Se consideran los efectos generados en el ambiente por acción directa de la empresa, con motivo de los resultados del proyecto.

CAMBIO CLIMÁTICO

➤ Adaptación³

Acción, medida o proceso de ajuste al clima actual o proyectado o a sus efectos en sistemas humanos o naturales, con el fin de moderar o evitar los daños, reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia o aprovechar las oportunidades beneficiosas.

➤ Mitigación³

Acción, medida o proceso orientado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros forzantes climáticos, o restringir el uso de dichos gases como refrigerantes, aislantes o en procesos industriales, entre otros, o a incrementar, evitar el deterioro o mejorar el estado de los sumideros de dichos gases, con el fin de limitar los efectos adversos del cambio climático.

TIPO DE INICIATIVA

➤ Pública

Iniciativas propias de municipalidades, ministerios y otros organismos públicos.

➤ Pública / Privada

Proyectos ejecutados por actores públicos y privados, a la vez.

➤ Privada

Iniciativas ejecutadas por entidades jurídicas privadas. Incluso si reciben fondos públicos para el desarrollo

PLAZOS

Establece el año de inicio del proyecto y el año de finalización de ejecución. En el caso de que no exista en los antecedentes revisados la fecha de término, se definirá una fecha proyectada.

Descriptores de proyecto

FINANCIAMIENTO SUGERIDO⁴

➤ Bienes públicos (BP)

Producción de herramientas que beneficien a varios actores de un sector productivo con costos marginales de acceso (\$150MM).

➤ Programa Difusión Tecnológica (PDT)

Actividades de transferencia de conocimientos específicos con aplicación industrial para mejorar la competitividad de un sector (\$90MM).

➤ Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FIC)

Implementación de Proyectos de I+D+i que estén alineados con la estrategia regional de innovación (ERI) usando fondos regionales

➤ Programas Tecnológicos (PT)

Iniciativas para abordar los desafíos de la industria mediante una gobernanza pública-privada en proyectos de mediano plazo (~10 años)

➤ Ley de incentivo tributario I+D

Mecanismo de reducción en el pago de impuestos mediante exención tributaria para aquellos gastos vinculados a Investigación y Desarrollo.

➤ Crea y Valida (CyV)

Instrumento para promover la innovación, mediante la generación de bienes y servicios significativamente mejorados.(\$180MM).

➤ Innova alta tecnología (Alta Tec)

Financiamiento para proyectos intensivos en I+D que busquen la obtención de Innovaciones disruptivas (\$400MM).

ACTORES RELEVANTES

➤ Ejecutor

Entidad o entidades responsables de la ejecución del proyecto o instituciones fundadoras de la iniciativa descrita.

➤ Asociado

Entidad o entidades socias, co-ejecutoras o colaboradoras que participan en el proyecto.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Concilia la visión de la PNM50 y el plan de gobierno para definir 12 políticas mineras que permitan definir la proximidad de los proyectos con el Ministerio de Minería.

HITOS / RESULTADOS

Indica los eventos significativos del proyecto y los principales resultados que se pueden evidenciar a la fecha.

03 Anexo

Fichas de proyectos



R 1

PROYECTO

Sistema de procesamiento de concentrados de cobre, utilizando hidrógeno verde (Green Copper)

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Hidrógeno verde

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2022 - 2028

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Regulación/Normativa/Permisología

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Alta Tecnología

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Desarrollar un proceso alternativo a las fundiciones actuales de cobre, creando un sistema de procesamiento de concentrados de cobre utilizando hidrógeno verde para desarrollar una operación con huella de carbono y con excedentes de energía limpia.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Economía circular

Fundición y Refinería

Energías Limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Proceso que permite valorizar todo el concentrado de cobre, recupera todo el molibdeno y genera productos comerciales de hierro y de sílice de alta pureza. Consume un 50% de la energía que un proceso tradicional y elimina todo uso de combustible fósil, lo que, sumado al uso de hidrógeno verde y uso de electricidad de origen renovable, lo hace una tecnología con huella de carbono cero. Próxima a iniciar un proceso de escalamiento, realización de pruebas en planta piloto que será implementada en la Universidad de Concepción. Posteriormente, se desarrollará una demostración industrial en una faena minera, para lo cual se han iniciado las negociaciones con potenciales socios del sector minero e inversionistas.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

"No son muchos los unicornios tecnológicos que surgen desde la academia en nuestro país y estamos absolutamente convencidos de que este es uno de ellos y que con el apoyo del sector privado, de la academia, pero también de las instituciones del Estado, vamos a poder materializar esta oportunidad en un aporte efectivo para el desarrollo de nuestro país" - Rector UdeC

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: UdeC (Dr. Igor Wilkomirsky Fuica)

SIMBOLOGÍA



R 2

PROYECTO

Instituto de Tecnologías Limpias (ITL)

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Minería verde



MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público - Privada

PLAZOS: 2023 - 2033

BRECHAS Y/O NECESIDADES:

Vinculación/Coordinación

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:

No aplica

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Tiene como objetivo impulsar la energía solar, la minería sustentable y materiales avanzados de litio y otros minerales, y el hidrógeno verde, para transformarse en la mayor inversión de I+D del país en estas áreas. Se propone desarrollar un ecosistema de innovación sustentable que promueva la interacción virtuosa entre la industria, la academia, las comunidades y el ámbito público, para la generación y aplicación de tecnologías limpias que produzcan valor local y aporte a la competitividad, eficiencia productiva, sofisticación y diversificación de productos y servicios en las industrias de energía, minería y electromovilidad.

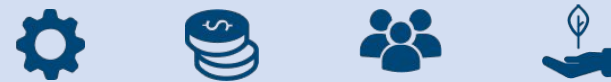
PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Energías Limpias

Promoción de la I+D+i en minería

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS Y/O RESULTADOS

En Abril de 2023, en una sesión del consejo de CORFO se definió la nueva adjudicación del ITL al consorcio de la Anid. Se proyecta que al 2030 sea una referencia tecnológica a nivel mundial en sus temas de especialización, y un centro de innovación y emprendimiento de alcance global, que capturaré valor para la economía regional y nacional aprovechando las condiciones únicas del Desierto de Atacama.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Es el mayor fondo generado en el país para ciencias. Las ventajas geográficas que se encuentran en la región significan una oportunidad única. El fallo de la corte suprema devuelve esta oportunidad a las aspiraciones nacionales y regionales.

NIVEL DE AVANCE

Por iniciar

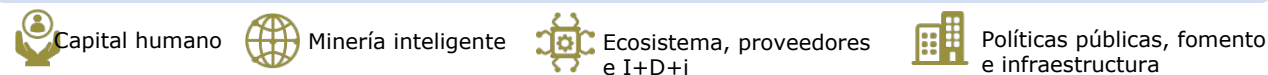
ACTORES RELEVANTES

EJECUTORES: Asociación para el Desarrollo del Instituto de Tecnologías Limpias (Asdit)

ASOCIADO: CORFO

SIMBOLOGÍA

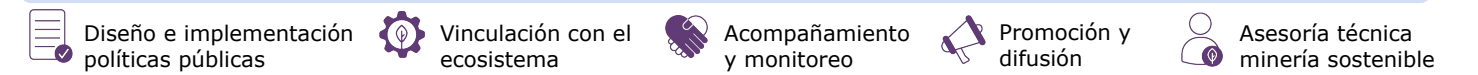
MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 3

PROYECTO

Proyecto Salares Norte

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Minería verde

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2023 - 2040

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Comunidades

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Fondo Nacional de Desarrollo Regional

CAMBIO CLIMÁTICO: Adaptación

OBJETIVO

Explotar oro-plata a través de una operación minera a rajo abierto utilizando un sistema híbrido de energía solar y térmica para alimentar la planta. Con este proyecto la firma busca jugar un rol relevante en la industria aurífera chilena.

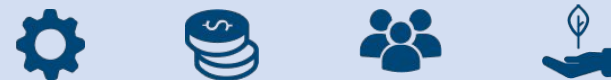
PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Recursos hídricos

Energías Limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS / RESULTADOS

En operación, durante el primer semestre de 2023, se procesarán 2 millones de toneladas anuales de oro y plata, la mina contará con una de las plantas de generación de energía solar más altas del mundo, la que permitirá que un importante porcentaje de sus requerimientos se materialicen con energías limpias. El proyecto lleva más de 82% de avance y es considerado la primera iniciativa greenfield de envergadura en varios años. apuntan a terminar este proyecto hacia fines de este año, para ya estar en producción en el primer cuarto del 2023.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Representa una buena señal en favor de la reactivación económica de la Región de Atacama, y para el fortalecimiento de la sustentabilidad. Su principal atributo es la eliminación del dique de relaves, lo que significa suprimir uno de los mayores riesgos ambientales y de seguridad que los proyectos mineros tienen. Se incluyó una planta de relaves filtrados de última generación que permitirá un ahorro significativo del agua a utilizar. Alta automatización de los procesos de mina y planta, permitiendo reducir riesgos físicos y operacionales.

NIVEL DE AVANCE

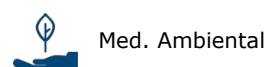
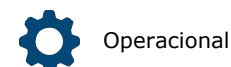
Por iniciar

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Gold Fields

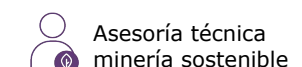
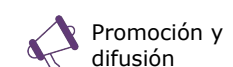
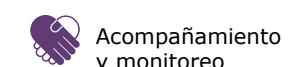
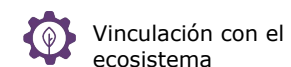
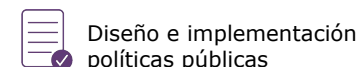
ASOCIADO: Aggreko

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 4

PROYECTO

Aclara - proyecto BioLantánidos - Tierras Raras de Penco

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Minería verde

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2015 (inicio de pilotaje) - 2040

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Comunidades

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Fondo Nacional de Desarrollo Regional

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

El proyecto tiene por propósito rescatar tierras raras de arcilla, las cuales abastecen a las industrias de vehículos eléctricos y energías limpias, mediante un proceso que no requiere de explosivos, chancado ni molienda, y no produciría relaves.

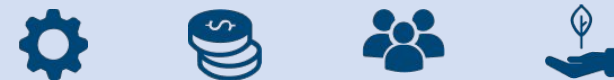
PROXIMIDAD MINMINERÍA

Exploración minerales críticos

Recursos hídricos

Energías Limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS / RESULTADOS

El proyecto planea extraer tierras raras en un predio de uso forestal de 540 hectáreas, ubicado mayoritariamente en Penco, región del Bío Bío. La empresa planifica producir tierras raras por 15 años, no emplea tronaduras, chancado y molienda, con lo que el riesgo de contaminación acústica y de emisiones es bastante reducido. Además, contempla una planta de proceso que re-circulará hasta el 95% del agua, sin emitir residuos líquidos, y re-vegetará con bosque nativo la mayor parte de la superficie de operación.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Se tomó la decisión para potenciar el proyecto, con el objetivo de tener el tiempo adicional necesario para abordar, plenamente, los nuevos desafíos surgidos durante las últimas etapas del proceso de evaluación ambiental. Más del 80% de las tierras raras se extraen en China, en condiciones ambientales y laborales no sostenibles. Aclara, quiere marcar una diferencia radical, aportando trazabilidad y las mejores prácticas en la producción de tierras raras, las cuales abastecen a las industrias de vehículos eléctricos y energías limpias; es decir, a industrias claves para enfrentar el cambio climático.

NIVEL DE AVANCE

Por iniciar

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: ACLARA Resources Inc

ASOCIADO: Hochschild Mining plc

SIMBOLOGÍA



R 5

PROYECTO

Planta piloto Amoniacos Verde (HyEX)

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Hidrógeno verde

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2022 - 2030

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Regulación/Normativa/Permisología

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Producir Amoniacos Verde para su uso en explosivos, a través del estudio de una planta piloto de amoniacos que funcione en base a Hidrógeno Verde, para escalar industrialmente y promover la descarbonización y el uso de energías limpias en la minería.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Recursos hídricos

Energías Limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Se busca construir la primera planta en Chile de producción de Amoniacos Verde, la que será alimentada con hidrógeno verde producido en colaboración con Engie Chile. Acaban de completar el ingreso de proyecto al servicio de evaluación ambiental, a la espera de escalar su piloto construido. Se espera producir 700.000 toneladas de amoniacos verde al 2030.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Al ser un proyecto nuevo en la región y pese a que existen estudios teóricos de la implementación, se debe conocer más detalles sobre el funcionamiento y mantenimiento de la planta de forma empírica.

Por otro lado, se debe optimizar su funcionamiento para a futuro conseguir: Costo competitivo, reemplazar los combustibles fósiles y contribuir así a la descarbonización de la atmósfera.

NIVEL DE AVANCE

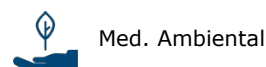
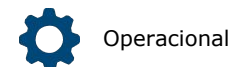
Por iniciar

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: ENAEX S.A

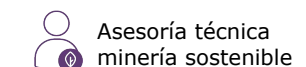
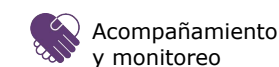
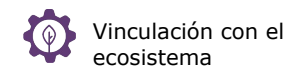
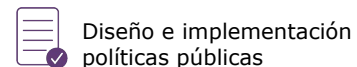
ASOCIADO: Engie Energía Chile S. A

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 6

PROYECTO

Erradicación de mercurio en la pequeña minería del oro mediante fusión de concentrados gravimétricos (PYROGOLD)

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos planta

NÚCLEO TRACCIONANTE

Fundición y refinación



MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Financiamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
Programa de difusión Tecnológica

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

OBJETIVO

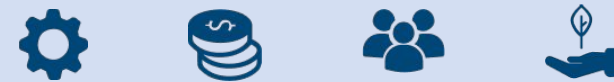
Erradicar el mercurio utilizado por la pequeña minería para la concentración de oro grueso por amalgamación y generar metal doré de alto valor de mercado, a través de la construcción, implementación y correcta operación de un nuevo horno y componentes asociadas para la fusión de concentrados gravimétricos.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Fundición y refinación

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS Y/O RESULTADOS

El proyecto Pyrogold creó un novedoso horno rotatorio-basculante que elimina la necesidad del mercurio para la concentración de oro grueso por amalgamación. Iniciativa que recientemente recibió su validación tecnológica a nivel industrial. Si bien la tecnología de hornos de fusión ya existe, nunca antes se habían diseñado y utilizado específicamente para la minería artesanal y de pequeña escala del oro, mucho menos para los concentrados gravimétricos, debido a los desafíos técnicos que ello implicaba.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

El proceso de validación exitoso de esta tecnología podría apoyar a la sostenibilidad de la pequeña y mediana minería del oro, y conlleva actividades ambientalmente responsables de potenciamiento en la Región de Coquimbo. Pretende marcar un precedente para otras pequeñas mineras visualizando y promoviendo la viabilidad de hacer minería de manera limpia, responsable y segura.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: SOCIEDAD MINERA MONTE ALTO SPA

ASOCIADOS: AMTC (Universidad de Chile), CNP

FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$147.000.000

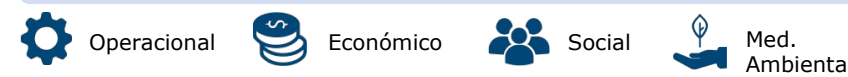
AÑO: 2019

SIMBOLOGÍA

MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 7

PROYECTO

Implementar y reconvertir un equipo minero de combustible diésel a 100% eléctrico alimentado con H2V

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Hidrógeno verde

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2022 - 2025

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Regulación/Normativa/Permisología

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Implementar y reconvertir un equipo minero de combustible diésel a 100% eléctrico alimentado con H2V para disminuir la huella de carbón de la empresa minera.

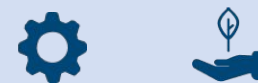
PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Fundición y refinería

Energías limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Busca desarrollar y validar un vehículo a Hidrógeno Verde, optimizado para faenas mineras y forestales, con una autonomía superior a 300 kilómetros y un costo total de propiedad (TCO) similar al de un vehículo a baterías, que pueda ser utilizado tanto para transporte de hasta 15 pasajeros (15+1) como de mercancías (hasta dos toneladas).El proyecto fue uno de los 5 ganadores del fondo Innova Alta Tecnología 2022 de Corfo.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Sin antecedentes adicionales.

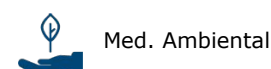
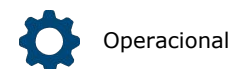
NIVEL DE AVANCE

Por iniciar

ACTORES RELEVANTES

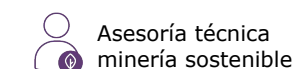
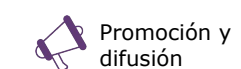
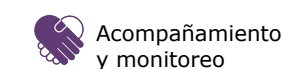
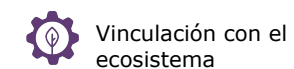
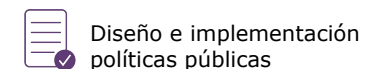
EJECUTOR: Salamanca Henriquez (SHEN Ingenieria Ltda)

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 8

PROYECTO

CircularTEC
Centro Tecnológico de Economía Circular

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Economía circular



MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público - Privada

PLAZOS: 2021 - 2031

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Vinculación/Coordinación

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
Fondo Nacional de Desarrollo Regional

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

SIMBOLOGÍA

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental

CAPACIDADES MINMINERÍA

- Diseño e implementación políticas públicas
- Vinculación con el ecosistema
- Acompañamiento y monitoreo
- Promoción y difusión
- Asesoría técnica minería sostenible

OBJETIVO

Impulsar el desarrollo de soluciones tecnológicas que aceleren la transición hacia la economía circular en tres sectores estratégicos: minería del cobre, energía solar y litio, más algunas áreas específicas para la Región de Tarapacá. Busca incentivar la investigación y desarrollo, escalamiento y prototipajes de tecnologías circulares.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Litio y salares

Economía circular

Promoción de la I+D+i en minería

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS Y/O RESULTADOS

Se establecieron las estrategias y se comienza a definir políticas, desde las temáticas de género hasta propiedad intelectual, para tener una gobernanza robusta. Además, han comenzado el diseño de instrumentos de inversión para innovaciones tecnológicas, entre otros aspectos, dejando al centro en mejor pie para comenzar las operaciones.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

CircularTec es un ejemplo de cómo los sectores público y privado, las universidades y la sociedad pueden converger en un proyecto común para el desarrollo sostenible de Chile y con una importante proyección internacional.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTORES: UTA, UNAP, UDA, UANTOF, UCN, USACH, UCHILE, PUC, Gobierno Regional Tarapacá, Core Tarapacá y CIEC

ASOCIADOS: Cerro Colorado BHP, Collahuasi, Corpesa s.a, Neptuno Pumps, Teck, MINOVEX, APRIMIN, UTS, USR, UTFSM, UBO y The University of Queensland (Australia)

R 9

PROYECTO

Proyecto Resermin

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos mina

NÚCLEO TRACCIONANTE

Exploración



MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público - Privada

PLAZOS: 2021 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES:

Financiamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:

Fondo Nacional de Desarrollo Regional

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

OBJETIVO

Fortalecer la exploración y planificación de la pequeña minería del Distrito Minero 55 de Chancón (alrededor de 39 faenas), a través de la metodología «Resermin» (Reserva Mínima y Replicación) y mediante un estudio de factibilidad técnico-económica para la explotación de recursos naturales.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Exploración minera

Fomento PYMM

Promoción de la I+D+i en minería

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS Y/O RESULTADOS

La iniciativa recibió financiamiento de la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI) y del Fondo de Innovación para la Competitividad Región O'Higgins. Ha realizado un modelo 3D de todas las faenas del sector, georreferenciado con la topografía local. Ya han finalizado 200 metros de sondaje y toma de muestras, las cuales fueron enviadas al laboratorio de análisis para conocer las leyes del material.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

En un futuro próximo, se espera replicar la experiencia en otras compañías mineras pequeñas y artesanales de la región, aprovechando este tipo de ecosistemas de investigación e innovación que ofrece Mina Planta Chancón UAI, comprendiendo la integración del conocimiento técnico, la transferencia tecnológica y la vinculación con el territorio y la industria minera.

NIVEL DE AVANCE

Finalizado

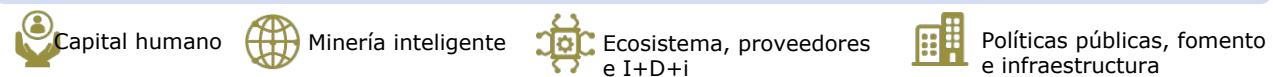
ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Escuela Mina Planta Chancón de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez

ASOCIADO: Gobierno Regional de O'Higgins

SIMBOLOGÍA

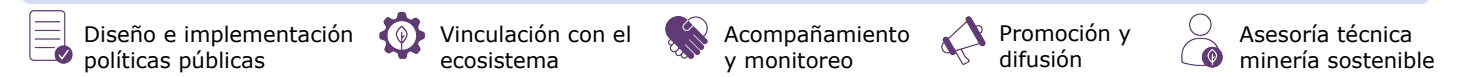
MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 10

PROYECTO

NanoFloc: Nanoburbujas en espesadores de relaves

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Relaves

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2014 - 2020 (fin de financiamiento público)

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Mejorar la recuperación de agua desde los relaves, mediante un floculante de origen biotecnológico que permite bajar el consumo de agua y optimizar la recuperación del agua.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Recursos hídricos

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

En el 2021 se firma un acuerdo con Centro de Biotecnología Traslacional (CBT) de SOFOFA HUB.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

El agua de proceso se re-inyecta y va a la concentradora. Esta agua recuperada de los relaves, es mucho más barata que el agua desalada. Por lo tanto, hacer una recuperación del agua a partir del relave trae grandes beneficios para el proceso.

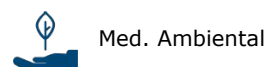
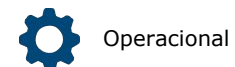
NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

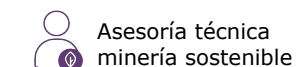
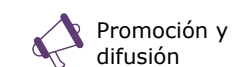
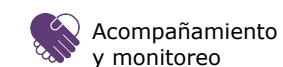
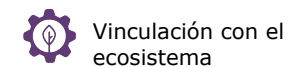
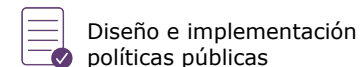
EJECUTOR: Domolif

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 11

PROYECTO

El Peñon Mill

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos planta

NÚCLEO TRACCIONANTE

Concentración

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2021 - sin información

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Comunidades

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Desarrollar un proyecto minero para recuperar cobre, oro y hierro del mineral en la zona cerca de la mina "Farellón" ubicada en La Serena. Se busca reducir los costos de producción y minimizar su impacto ambiental.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Residuos mineros

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS / RESULTADOS

Se incorpora el uso de un equipo de separación magnética y equipo de espesamiento, que permitirá reducir los costos de transporte en un 75 % y los de procesamiento en un 45 %, mientras se recuperan metales adicionales. Por otra parte, SERNAGEOMIN ya les otorgó el permiso final para que comiencen las operaciones en la planta de procesamiento.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Las ganancias de esta operación se usarán para financiar otros proyectos, como es el caso del desarrollo subterráneo del proyecto Maria Luisa. Este proceso reducirá la producción de relaves en un 50%.

NIVEL DE AVANCE

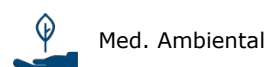
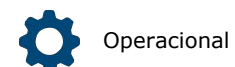
En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Altiplano Metals Inc

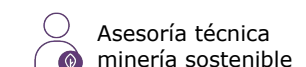
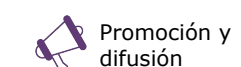
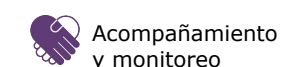
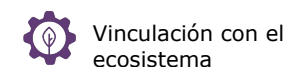
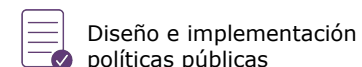
ASOCIADO: ENAMI

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 12

PROYECTO

Validación industrial de separador de sólidos para recuperar y reutilizar aguas de relaves mineros

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Relaves

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - 2021 (fin de financiamiento público)

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Crea y valida

CAMBIO CLIMÁTICO: Adaptación

OBJETIVO

Validar técnicamente un prototipo industrial de separador de sólidos de relaves para probarlo en un relave minero bajo condiciones reales de operación, dar a conocer sus capacidades y promover la conveniencia económica de incluir este equipo como elemento que incrementa la circularidad del proceso de relaves mineros, recuperación de agua como insumo de procesos y reducción de los requerimientos de los tranques de relave.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Recursos hídricos

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

OXER es una empresa de ingeniería que surgió en 2009, como un spin off de Insesa Ingeniería y Servicios S.A. para especializarse en el desarrollo y administración de innovaciones.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Hay infinitas aplicaciones para este dispositivo porque en la industria hay muchas oportunidades donde se requiere filtrar. La ventaja de este equipo es que no requiere detenerse para cambiar o limpiar el elemento filtrante. La otra variable es el costo, porque al ser un equipo tan simple, tiene bajo costo de inversión y bajo costo de operación.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Oxer Ingeniería Limitada

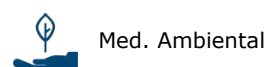
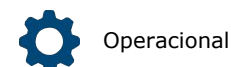
FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$77.184.000

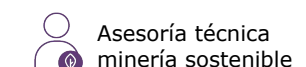
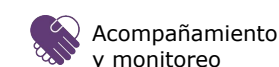
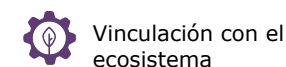
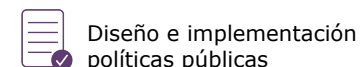
AÑO: 2020

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 13

PROYECTO

Desarrollar un geopolímero de alta resistencia mecánica reutilizando relaves para rellenar caserones

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Relaves

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Regulación/Normativa/Permisología

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Implementar un sistema de reutilización de relaves mineros como materia prima, mediante la generación de un geopolímero mezclando relaves de cobre y reactivos para obtener una mezcla de resistencia mecánica suficiente que permita el relleno de caserones mineros y recuperación de pilares. Se re-utilizarán relaves de cobre reduciendo su deposición en tranques de relave y disponiéndolos en interior mina para la recuperación de pilares de caserones lo que generará una mayor producción y en consecuencia mayor vida útil de la mina y del tranque.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Economía circular

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Actualmente, CIMS JRI se encuentra optimizando la formulación y desarrollando la definición de una metodología aplicable a escala industrial que considera la formación del geopolímero, su transporte y su aplicación final. Además, debido a los promisorios resultados obtenidos, se evalúa la aplicación de estos geopolímeros en otras áreas tales como la construcción, como también el uso de otros descartes mineros en la generación de estos nuevos materiales.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Se están estudiando las proporciones más adecuadas para la mezcla a realizar bajo diferentes condiciones en ambiente de mina subterránea. Los resultados obtenidos evidencian una mezcla del geopolímero estable y que no presenta lixiviación de componentes tóxicos (medido con ensayo TCLP), logrando una resistencia de compresión sobre 35 MPa a altas temperaturas de curado, y sobre 8 MPa a temperatura ambiente. En comparación con el uso de cemento, disminuye las emisiones de dióxido de carbono (CO2) entre un 20% a 80%.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Centro de Investigación JRI S.A (CIMS JRI)

ASOCIADO: JRI Ingeniería S.A.

FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$86.911.267

AÑO: 2020

SIMBOLOGÍA

IMPACTO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental

CAPACIDADES MINMINERÍA

- Diseño e implementación políticas públicas
- Vinculación con el ecosistema
- Acompañamiento y monitoreo
- Promoción y difusión
- Asesoría técnica minería sostenible

R 14

PROYECTO

Consolidación y expansión global del Sistema de recuperación de Polvos Arsenicales ARYCEM

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos planta

NÚCLEO TRACCIONANTE

Fundición y refinería

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - 2021 (fin de financiamiento público)

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Regulación/Normativa/Permisología

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: No aplica

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

OBJETIVO

Expandir comercialmente el sistema anti polvo arsenical ARYCEM, a través de la consolidación de sus capacidades técnicas, validación y difusión de su uso, para impulsar su comercialización en fundiciones de cobre en el mercado nacional e internacional.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Fundición y refinería

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Sin información

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Sin información

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Hormigones Arycem SPA

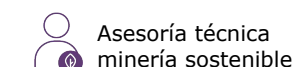
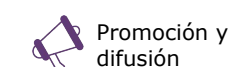
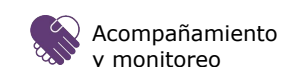
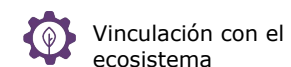
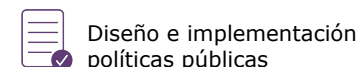
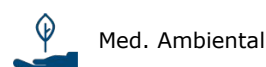
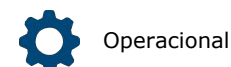
FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Consolida y Expande

MONTO: \$36.860.000

AÑO: 2020

SIMBOLOGÍA



R 15

PROYECTO

Diseño y construcción de prototipo para caracterización de pulpas mineras aplicado a transporte y disposición final de relaves

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Relaves



MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2018 - 2019

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Crea y valida

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Implementar un conjunto de sensores en un prototipo a fin de caracterizar pulpa minera en un régimen dinámico transiente, para obtener la velocidad de sedimentación instantánea de una pulpa y generar un perfil de velocidades, mediante la incorporación de un osciloscopio.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Recursos hídricos

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS Y/O RESULTADOS

El proyecto considera generar un sensor propio de CIMS, que permita realizar mediciones de viscosidad de una pulpa de forma instantánea, para implementarlo en las etapas de transporte de pulpa en plantas metalúrgicas. En una etapa siguiente, detectaron que los sensores de ultrasonido permiten determinar las características de las pulpas en transporte, puesto que tienen la capacidad de atravesar fluidos. Así, hacen posible obtener la velocidad de sedimentación instantánea de una pulpa y general un perfil de velocidades, mediante la incorporación de un osciloscopio.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

El objetivo final, en una futura etapa, será generar un sensor propio de CIMS, que permita realizar mediciones de viscosidad de una pulpa de forma instantánea, para implementarlo en las etapas de transporte de pulpa en plantas metalúrgicas.

NIVEL DE AVANCE

Finalizado

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: CENTRO DE INVESTIGACIÓN JRI S.A. (CIMS JRI)

FINANCIAMIENTO OTORGADO

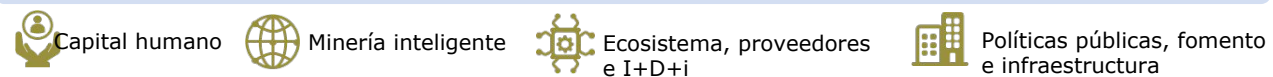
INSTRUMENTO: Ley I+D

MONTO: \$55.801.309

AÑO: 2018

SIMBOLOGÍA

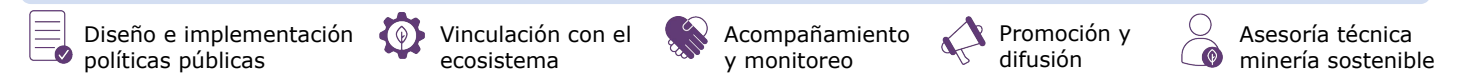
MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 16

PROYECTO

Proyecto de Infraestructura Complementaria (INCO)

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Minería verde

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2019 - 2050

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Comunidades

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
Fondo Nacional de Desarrollo Regional

CAMBIO CLIMÁTICO: Adaptación

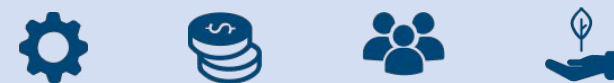
OBJETIVO

Reforzar la capacidad de procesamiento del mineral, mediante la instalación de una nueva línea de molienda y una nueva línea de flotación en la Planta Piuquenes, ubicada dentro de las instalaciones productivas de Minera Los Pelambres, en la comuna de Salamanca, para alcanzar la tasa de procesamiento de mineral máxima ambientalmente aprobada. Con estas instalaciones, la minera espera elevar el volumen de cobre anual de la mina en 60.000t a 400.000t.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Recursos hídricos

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS / RESULTADOS

El proyecto actualmente tiene 74% de avance alcanzado en la construcción. Además considera la implementación de la primera planta desalinizadora que comenzará a operar en la zona central de Chile (año 2025), esto permitirá a la empresa dejar de usar el agua del río Choapa. Adicionalmente, INCO busca recuperar la capacidad de procesamiento de mineral ante el aumento de la dureza del mismo, mediante la instalación de una nueva línea de molienda y una nueva línea de flotación en la concentradora de Chacay, para alcanzar la tasa de procesamiento de mineral máxima ambientalmente aprobada.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Con el objetivo de asegurar la difusión y conocimiento del proyecto en la ciudadanía, se desplegó un relacionamiento temprano para socializar los alcances y beneficios de la iniciativa, tanto con la comunidad, como con autoridades del área de influencia. Incluye obras que buscan adaptar las operaciones al cambio climático, asegurando la convivencia con otras actividades productivas en la zona. Permitirá generar empleo de calidad por más tiempo, contribuir a la economía regional por un período más largo y profundizar el modelo de relacionamiento y vinculación con las comunidades.

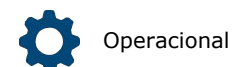
NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Antofagasta Minerals

SIMBOLOGÍA



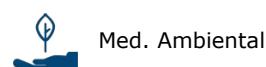
Operacional



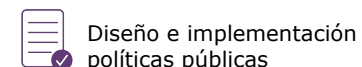
Económico



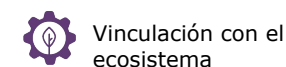
Social



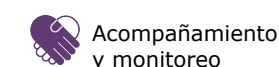
Med. Ambiental



Diseño e implementación políticas públicas



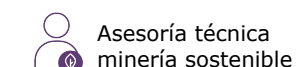
Vinculación con el ecosistema



Acompañamiento y monitoreo



Promoción y difusión



Asesoría técnica minería sostenible

R 17

PROYECTO

Aguas Marítimas

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Minería verde



MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2022 - 2092

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Vinculación/Coordinación

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: No aplica

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

SIMBOLOGÍA

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental

CAPACIDADES MINMINERÍA

- Diseño e implementación políticas públicas
- Vinculación con el ecosistema
- Acompañamiento y monitoreo
- Promoción y difusión
- Asesoría técnica minería sostenible

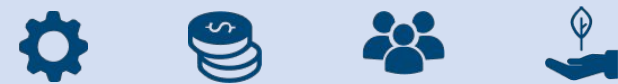
OBJETIVO

Contribuir a resolver las necesidades de aprovisionamiento de agua para consumo humano y la industria, en las comunas de Antofagasta, Sierra Gorda y Calama dentro de la región de Antofagasta. Para ello, considera el uso de agua de mar mediante la construcción de una planta desalinizadora con un sistema de captación de agua de mar y emisario para la descarga de agua de rechazo (agua de mar con mayor concentración salina), un sistema de conducción de agua desalinizada, estaciones de bombeo elevadoras, líneas de transmisión eléctrica y subestaciones eléctricas entre otras instalaciones de apoyo.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Recursos hídricos

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS Y/O RESULTADOS

Se construirá una planta desalinizadora de 700.000 m3/día con un sistema de captación de agua de mar y emisario para la descarga de agua de rechazo (agua de mar con mayor concentración salina), un sistema de conducción de agua desalinizada de aproximadamente 500 kilómetros, 18 estaciones de bombeo elevadoras, 350 kilómetros de líneas de transmisión eléctrica y 21 subestaciones eléctricas entre otras instalaciones de apoyo. Luego de cuatro años de relacionamiento temprano con diversas comunidades, la compañía presentó para evaluación el Estudio de Impacto Ambiental de la iniciativa 'Aguas Marítimas'. Se trata del proyecto de desalación más grande del país.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Durante estos años han corroborado el interés de la comunidad por el proyecto, recogiendo inquietudes, observaciones e incorporando mejoras técnicas, para concretar una iniciativa sólida que entregará una solución concreta a la demanda hídrica regional, considerando las necesidades de diferentes gremios y personas en general.

NIVEL DE AVANCE

Por iniciar

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: CRAMSA

R 18

PROYECTO

SOLARSENIC

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Residuos

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público

PLAZOS: 2015 - 2023

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Regulación/Normativa/Permisología

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Alta tecnología

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Desarrollar un sistema de remoción de arsénico de aguas con altas concentraciones, por medio de un nanomaterial bifuncional que foto-oxida el As(III) a As(V) y posterior adsorción, para reducir su concentración por debajo de la normativa de agua potable.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Energías limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Sistema de remoción de arsénico en aguas que presentan altas concentraciones, que por medio de un nanomaterial bifuncional foto-oxida As(III) a la especie As(V), y posteriormente lo adsorbe, reduciendo su concentración casi un 95% por debajo de la normativa de agua potable (10µg/L). De bajo costo operacional, SolArsenic tiene la posibilidad contar con un módulo de suministro de energía a partir de radiación solar, un modulo de recuperación y regeneración del material bifuncional, y un modulo de estabilización del desecho. En el año 2020 inicio su segundo ciclo de pruebas.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Los resultados positivos de Solarsenic han permitido el interés de comunidades en contar con esta tecnología para la mejora de la calidad de vida. Esto se refleja en las conversaciones con la Dirección de Medio Ambiente de la municipalidad de San Pedro de Atacama con el fin de transferir esta tecnología para que sea de provecho para la zona.

NIVEL DE AVANCE

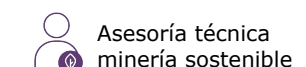
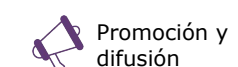
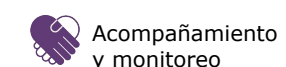
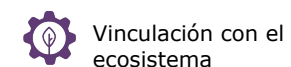
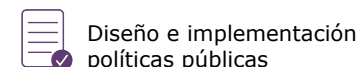
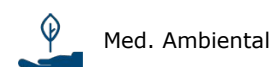
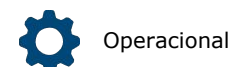
En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: AMTC (Universidad de Chile)

ASOCIADO: Dartel Life y Glauben Ecology

SIMBOLOGÍA



R 19

PROYECTO

Implementación de camiones eléctricos Liebherr T264

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Minería verde

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2021 - 2027

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Crea y valida

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

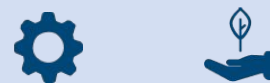
Aumentar la capacidad de producción de la mina, mediante la implementación de camiones eléctricos Liebherr T264.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Energías limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

El camión T 264 tiene una capacidad de carga útil nominal de 240 toneladas y una relación entre la carga útil y el peso del vehículo vacío que genera velocidades de aceleración más rápidas, mejor velocidad en pendiente y mayor capacidad de transporte. Esto da como resultado tiempos de ciclo más cortos y un menor costo por tonelada. Se implementaron 5 camiones en el proyecto cuprífero Encuentro Óxidos de Antofagasta Minerals.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Oportunidad de ganancias en productividad y eficiencia al permitir tiempos de ciclo más rápidos y una mayor capacidad de carga.

NIVEL DE AVANCE

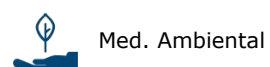
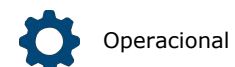
En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Antofagasta Minerals

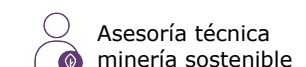
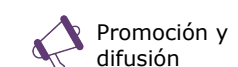
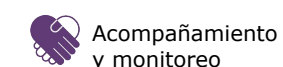
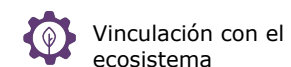
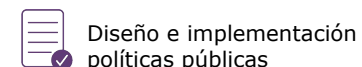
ASOCIADO: Thies, Liebherr

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



Concentradora de Cobre en Spence

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos planta

NÚCLEO TRACCIONANTE

Concentración

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2022 - 2072

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Comunidades

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
No aplica

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

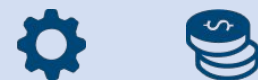
Implementar una nueva concentradora de cobre en la minera Spence (con una capacidad de procesamiento de 95.000 tpd). La concentradora se abastece de una planta desaladora que permite ser abastecida en su totalidad por energías renovables. Además se implementará nueva tecnología de flotación, una flota de perforadoras y camiones autónomos, para fortalecer el portafolio de cobre, responder a la demanda de material y extender la vida útil de la mina.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Recursos hídricos

Energías limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

La nueva concentradora permitirá extender la vida útil de la mina y ser parte de la comunidad en Chile por 50 años más. Se abastece de una planta desaladora ubicada en Mejillones, lo que permite que Spence opere hoy exclusivamente con agua de mar desalinizada y que la concentradora sea abastecida en su totalidad por energía proveniente de fuentes renovables. Además utiliza 60% menos de energía y ocupa 50% menos de espacio que las plantas convencionales. Con la implementación de una flota de 5 perforadoras y 33 camiones autónomos, se podrá avanzar en la electrificación de los procesos de manejo de materiales.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Se suele considerar que la implementación de proyectos medioambientalmente sustentables producen un impacto negativo en el aspecto económico, pero este proyecto demuestra que sí se pueden generar proyectos sustentables y rentables a la vez. La inclusión de nuevas tecnologías es fundamental para fortalecer el portafolio del cobre, responder a la demanda de material y aumentar la vida útil de las minas de cara a un futuro sustentable.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: BHP

SIMBOLOGÍA

IMPACTO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental

CAPACIDADES MINMINERÍA

- Diseño e implementación políticas públicas
- Vinculación con el ecosistema
- Acompañamiento y monitoreo
- Promoción y difusión
- Asesoría técnica minería sostenible

R 21 **PROYECTO**

GENOMET

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos mina

NÚCLEO TRACCIONANTE

Exploración

MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público

PLAZOS: 2015-2024

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
Crea y valida

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

OBJETIVO

Desarrollar un método y software que permita integrar data del proceso productivo geometalúrgico y vincularlo con el comportamiento esperado del mineral, para generar modelos geo-metalúrgicos predictivos que permitan optimizar la operación en planta.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Exploración minera

Exploración minerales críticos

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS Y/O RESULTADOS

Software para el análisis y modelamiento predictivo de variables geo-metalúrgicas que consta de tres módulos computacionales principales: Herramientas de Análisis Exploratorio de Datos (EDA), Generación de Variables Sintéticas (GVS) y Procesamiento y Visualización GeoMetalúrgica (PVGEOMET). El software integrado permite ingresar las bases de datos según campos de estructura predeterminados, pudiendo ser editada y depurada en una sola gran base de datos para su uso general.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Los algoritmos genéticos utilizados permiten acelerar los procesos de interpretación y modelamiento de datos, que juntos con aprendizaje de máquina, permiten que, por ejemplo, un modelo de alteración cuantitativo de un mineral que habitualmente toma 1 o 2 años, el software lo logra en un poco más de 15 minutos, lo que permite reducir los tiempos de un estudio a pocas semanas.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: AMTC (Universidad de Chile)

SIMBOLOGÍA

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental

CAPACIDADES MINMINERÍA

- Diseño e implementación políticas públicas
- Vinculación con el ecosistema
- Acompañamiento y monitoreo
- Promoción y difusión
- Asesoría técnica minería sostenible

Green Concret

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Relaves

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2014 - 2020 (fin de financiamiento público)

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Crea y valida

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Generación de un sustituto para el concreto de construcción, producido 100% a través de la recuperación de relaves mineros de distintos tipos de minerales (cobre, hierro, otros).

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Economía circular

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

I **D** R

HITOS / RESULTADOS

Se está trabajando con Antofagasta Minerals y con BHP, pero hay interés mundial y han sido llamadas desde Australia y Brasil.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Es importante controlar la reología para hacer mejoras en el espesador y medir la composición de las partículas que llegarán al espesador. De esta forma se podrá determinar mejor los tiempos de espesamiento y de recuperación del agua. En el mundo nadie usa de manera industrial esta herramienta que permite obtener materiales de construcción a partir de relaves. La particularidad de hacer el cemento pasa por la forma en cómo se hace la disposición del relave, por lo tanto, son cambios que deben ser adoptados por las empresas.

NIVEL DE AVANCE

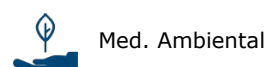
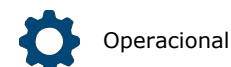
En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Domolif

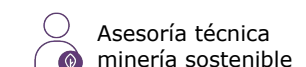
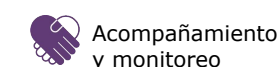
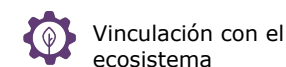
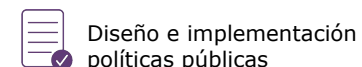
ASOCIADOS: Antofagasta Minerals, BHP

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 23

PROYECTO

Electromovilidad mediante celdas de combustible

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Usos del mineral

NÚCLEO TRACCIONANTE

Materiales avanzados litio

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público - Privada

PLAZOS: 2018 - 2023

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Vinculación/Coordinación

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Programa de difusión tecnológica

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Consortio Tecnológico que busca desarrollar soluciones que logren viabilizar de manera técnica y operativa la adaptación de vehículos de transporte utilizados en minería, desde su actual condición de operación que es con uso de combustible diésel, hacia una operación mediante celdas de combustibles.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

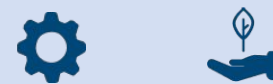
Minería bajas emisiones

Energías limpias

IMPACTO POSITIVO

CAPACIDADES MINMINERÍA

INTENSIDAD INNOVACIÓN



I (D) R

HITOS / RESULTADOS

Busca desarrollar y validar un vehículo a Hidrógeno Verde, optimizado para faenas mineras y forestales, con una autonomía superior a 300 kilómetros y un costo total de propiedad (TCO) similar al de un vehículo a baterías, que pueda ser utilizado tanto para transporte de hasta 15 pasajeros (15+1) como de mercancías (hasta dos toneladas). Será fabricado en Chile, y comercializado en un plazo máximo de 2 a 3 años de iniciado el proyecto. Adicionalmente este consorcio se adjudicó fondos del concurso Innova Alta Tecnología 2022 de Corfo.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

El hidrógeno es una solución mucho más viable del punto de vista de la autonomía para altas potencias, debido a la gran energía específica que posee.

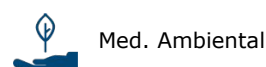
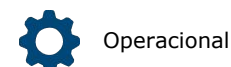
Significó una disminución en costos para la empresa debido a la capacidad de nuestro país de producir localmente el hidrógeno verde. Nos independiza del petróleo, que es un recurso importado, y nos abre nuevas oportunidades de negocios, como la producción de hidrógeno en el transporte y la recarga de hidrógeno en distintos lugares, y en la operación y mantenimiento.

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: BHP, Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM)

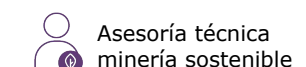
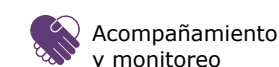
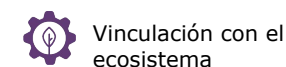
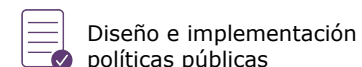
ASOCIADO: Centro de Investigación Nacional Fraunhofer Chile Research (FCR), Agencia Sostenibilidad Energética (ASE), Centro Nacional del Hidrógeno, CNH2 (España), Ballard Power Systems Europe (Dinamarca), Fundación Hidrógeno Aragón, Codelco y Sierra Gorda, Bozzo Energy, Ancare Energy, Linde, INN, Siemens, Sonami, Aurus Capital de Riesgo y Komatsu

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



Valorización de lodo sanitario: extracción de biosorbente de alta capacidad para remoción de metales

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Residuos

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

OBJETIVO

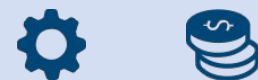
Fabricar un biomaterial de alta capacidad de adsorción y bajo costo de producción, mediante la re-utilizando lodos sanitarios, producidos en plantas de tratamiento de aguas servidas, para la valorización de este residuo y la recuperación de metales y tierras raras con enfoque en lantánidos. Con esto se reducen los costos de operación y los riesgos ambientales asociados a la gestión de lodos sanitarios.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Economía circular

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

La solución que plantea este proyecto es utilizar el lodo sanitario como insumo para producir un extracto de sustancias extra poliméricas -EPS-, que básicamente actúa como un biosorbente o captador de metales catiónicos. Cabe mencionar que el DIQ-USACH ya desarrolló un prototipo de baja resolución, el que demostró la capacidad del EPS para remover cationes, por sobre las alternativas del mercado. De esta forma, en el proyecto se evaluará el método de extracción de EPS con mayor potencial de escalabilidad y así validar la adsorción de metales y tierras raras desde efluentes industriales.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Este producto podría comercializarse para aumentar la capacidad de recuperación de metales y depurar efluentes industriales contaminados con éstos, cambiando así el modelo lineal y tradicional de gestión de lodo, por uno de economía circular donde el residuo es transformando en un insumo.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: BIODIVERSA S.A

ASOCIADO: Universidad de Concepción

FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$150.000.000

AÑO: 2020

SIMBOLOGÍA



Operacional



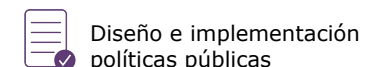
Económico



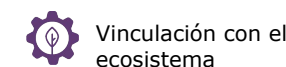
Social



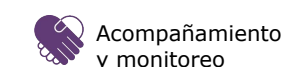
Med. Ambiental



Diseño e implementación políticas públicas



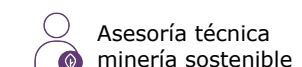
Vinculación con el ecosistema



Acompañamiento y monitoreo



Promoción y difusión



Asesoría técnica minería sostenible

R 25

PROYECTO

Creación de un nuevo tren de potencia para vehículos mineros con baterías y celdas de combustible

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos mina

NÚCLEO TRACCIONANTE

Operación y planificación minera

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Financiamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Alta tecnología

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

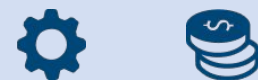
Diseñar, fabricar y validar un sistema de tren de potencia basado en baterías y celdas combustibles de hidrógeno simulando condiciones de ambiente minero, para posteriormente, desarrollar pruebas de desempeño del prototipo en un vehículo minero a gran escala y su comercialización global.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Energías limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Diseño y fabricación de un prototipo de tren de potencia basado en baterías y celdas combustibles de hidrógeno. Puesta a prueba en altura y condiciones de alta presencia de polvo en la Minera Centinela para obtener información para la optimización del diseño general. Fase piloto a escala real, que corresponde a la reconversión de un camión minero de más de 200 toneladas.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

El hidrógeno verde tiene muchos desafíos y es nuevo en la aplicación minera, por lo que este tipo de proyectos cumple el rol de evaluar el impacto en la operación minera completa y evaluar cómo afecta a la productividad. La minería tiene un rol protagónico en el cambio climático en aspectos como la aceleración de implementación de soluciones como esta.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Fundación CSIRO Chile Research

ASOCIADOS: ENGIE, centro de investigación minera Mining3

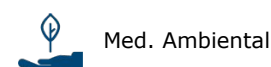
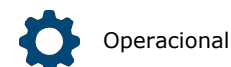
FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Alta Tecnología

MONTO: \$252.643.945

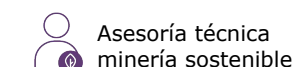
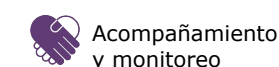
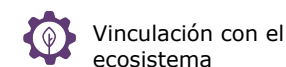
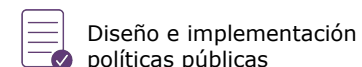
AÑO: 2020

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 26

PROYECTO

Quemadores eficientes para la fundición de cobre

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos planta

NÚCLEO TRACCIONANTE

Fundición y refinería

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada**PLAZOS:** 2021 - 2022**BRECHAS Y/O NECESIDADES:**
Escalamiento**FINANCIAMIENTO SUGERIDO:**
Crea y valida**CAMBIO CLIMÁTICO:** Mitigación

OBJETIVO

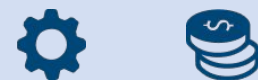
Busca diseñar, construir e implementar un prototipo de quemador radiativo de medios porosos inertes, que permite ser acoplado al proceso de moldeo de ánodos en las fundiciones de cobre. Esto reduciría un 20% en consumo de gas combustible, mejorando los tiempos de pre-calentamiento en 1 hora y reduciendo el daño en el material refractario, manteniendo así la calidad del ánodo de cobre.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Fundición y refinería

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

La compañía desarrolló unos quemadores altamente eficientes, modulares y amigables con el medio ambiente que sustituyen el uso de la leña en hornos de cuatro panaderías de la Región de Valparaíso y una en Santiago. Con ello logran un 23% de ahorro energético en comparación con el quemador tradicional a gas. Para la fundición de cobre proponen usar quemadores automáticos a gas radiantes y sin llama que son mucho más efectivos y eficientes en la transferencia de calor hacia los moldes y lograr las curvas térmicas necesarias para un correcto fragüe del material refractario. Ganadores del concurso Energía Térmica para la Minería: Tecnología e innovación 2021.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

En 2022 pretenden participar en las fundiciones de cobre, donde visualizan mejoras en procesos de combustión y eficiencia energética. De estos resultados dependen sus oportunidades de escalar a mercados extranjeros. Están buscando una empresa que apoye la construcción y pilotaje para demostrar los beneficios de la modernización de los quemadores en la rueda de moldeo.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: QUEMPIN SPA.

FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Crea y Valida**MONTO:** \$25.550.240**AÑO:** 2021

SIMBOLOGÍA



Operacional



Económico



Social



Med. Ambiental



Diseño e implementación políticas públicas



Vinculación con el ecosistema



Acompañamiento y monitoreo



Promoción y difusión



Asesoría técnica minería sostenible

R 27

PROYECTO

SQM en línea

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Trazabilidad y monitoreo

MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - indefinido

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Comunidades

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Bienes públicos

CAMBIO CLIMÁTICO: Adaptación

OBJETIVO

Comunicar la información ambiental de la operación que mantiene SQM en el Salar de Atacama de los procesos de extracción de agua, extracción neta de salmuera y los registros históricos del seguimiento ambiental, con el fin de evaluar y evitar potenciales efectos de la operación y fenómenos naturales como cambio climático en las zonas de protección. Adicionalmente, permite seguir recabando información para un mayor entendimiento del comportamiento del Salar y se hace público para ser un medio de verificación respecto al cumplimiento de sus obligaciones de extracción.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Litio y salares

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS Y/O RESULTADOS

Dispone de información histórica (niveles, análisis físico-químico, flujo superficial, superficie lacustre, cuña salina) de 225 puntos de monitoreo, los cuáles se encuentran dentro del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH) diseñado en función de la protección de los principales sistemas ambientalmente sensibles. El Plan de Seguimiento Ambiental Biótico (PSAB), es un programa de monitoreo ambiental diseñado en función de proteger los principales sistemas ambientales sensibles, que incluye información histórica de las variables: vegetación, flora, fauna, y biota acuática.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Si bien las faenas de litio ubicadas en el Salar de Atacama siempre han contado con un sistema de monitoreo ambiental, por primera vez en su historia está disponible para todas las personas u organizaciones interesadas. Un acto de transparencia que funciona como medio de verificación para autoridades, comunidad y partes interesadas. Oportunidad de evitar potenciales efectos de la operación y fenómenos naturales como cambio climático en las zonas de protección.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

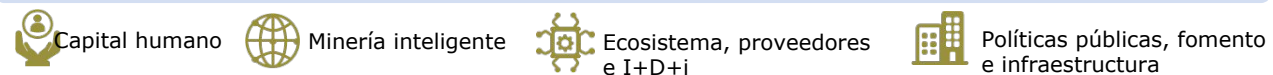
ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: SQM

ASOCIADO: CORFO

SIMBOLOGÍA

MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 28

PROYECTO

Proyectos de Procesamiento y Recuperación de Elementos de Valor desde Relaves Mineros

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Economía circular

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público - Privada

PLAZOS: 2017 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Regulación/Normativa/Permisología

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Bienes públicos

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

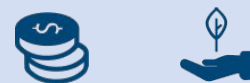
Identificar metodologías para caracterizar relaves y definir los procesos de extracción adecuados para su explotación, permitiendo el procesamiento de metales de alto valor económico.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Economía circular

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

La iniciativa ya logró identificar una configuración de procesos que posibilitan la concentración de los elementos de valor en los relaves, para luego facilitar su recuperación. El 2019 lanzaron el Manual de Técnicas de perforación, muestreo y caracterización para la recuperación de elementos de valor desde relaves y el 2020 el Manual reprocesamiento de relaves y recuperación de elementos de valor.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Para impulsar la minería secundaria, a través de la recuperación de valor desde relaves por ejemplo, se necesita otro tipo de empresas, con lógica de mediana minería, emprendedores e innovadores con capacidades y competencias para re-procesar este material, y obtener productos valiosos donde hay residuos. Se invitó al sector minero a leer el manual, que habla de posibilidades concretas y reales que se pueden llevar a cabo con una buena relación con clientes, comunidades y el mundo político.

NIVEL DE AVANCE

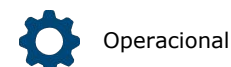
En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Consorcio JRI-EcoMetales

ASOCIADOS: CORFO, Ministerio de Minería, SERNAGEOMIN, Corporación Alta Ley y SONAMI

SIMBOLOGÍA



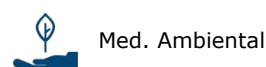
Operacional



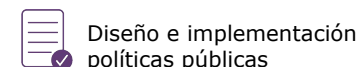
Económico



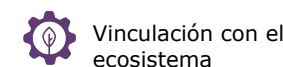
Social



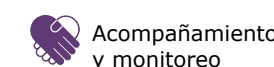
Med. Ambiental



Diseño e implementación políticas públicas



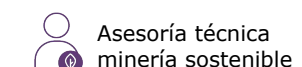
Vinculación con el ecosistema



Acompañamiento y monitoreo



Promoción y difusión



Asesoría técnica minería sostenible

R 29

PROYECTO

Centro de Innovación del litio (CIL) de Universidad de Chile

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Usos del mineral

NÚCLEO TRACCIONANTE

Materiales avanzados litio



MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público

PLAZOS: 2010 - indefinido

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Financiamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Bienes públicos

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Fomentar y contribuir en el crecimiento nacional de la industria del litio, a través del desarrollo de un área de investigación aplicada sobre el uso de este elemento en baterías avanzadas, con el fin de ser utilizadas en los nuevos vehículos eléctricos. Este centro también apoya la formación de nuevos profesionales y especialistas en este campo, la creación de productos y servicios con valor agregado y la exploración de nuevos modelos de negocios en Chile.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Litio y salares

Promoción de la I+D+i en minería

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN

No aplica

HITOS Y/O RESULTADOS

Centro de Innovación del Litio presenta la primera batería eléctrica diseñada y fabricada en Chile: Elibatt 4.0 (2014).

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Cuatro grandes problemas asociados a estas baterías de ION Litio para resolver en el futuro cercano:

- Reducir su precio actual en 5 veces.
- Aumentar el rango de uso por carga a más de 300 km, manteniendo su tamaño y peso actual.
- Mejorar su velocidad de carga rápida a menos de 15 minutos.
- Extender su vida útil a más de 10 años de uso (más de 1.000 Ciclos de carga).

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

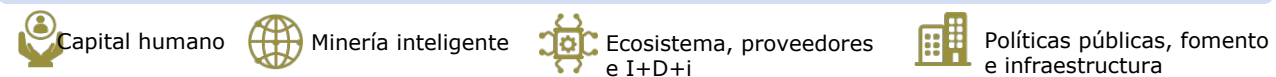
ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Universidad de Chile

ASOCIADOS: SQM, Chemetall (SCL) y Marubeni, UANTOF, USACH, PUC, los centros VTT de Finlandia, ICN de España y el CELIMIN de Antofagasta.

SIMBOLOGÍA

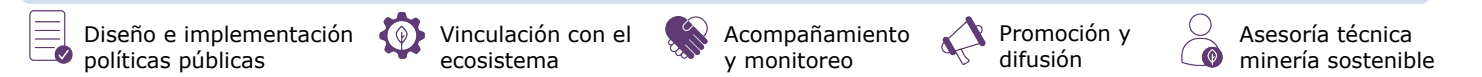
MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 30

PROYECTO

Procesamiento de relaves para recuperación de cobre

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Relaves

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2018 - 2019 (fin de financiamiento público)

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Regulación/Normativa/Permisología

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: No aplica

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Transformar un pasivo ambiental en un activo económico y social, mediante la recuperación de cobre y molibdeno desde relaves frescos y antiguos, provenientes de Codelco Chile, División El Teniente. También está facultada para extraer relaves antiguos, que han sido depositados en el Tranque Cauquenes.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

Economía circular

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Aumento de su producción de cobre de 25 millones lb anuales a 63 millones lb anuales en 2021, gracias a una inversión de US\$300 million en sus instalaciones, duplicando la capacidad de su planta concentradora, e incorporando los derechos de procesamiento de relaves históricos.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Foco en producir cobre de la manera más económica posible, con énfasis en tres frentes: producción, continuidad operacional, y performance financiera. Esto ha mejorado las finanzas de la compañía.

Hace dos años vivieron una situación crítica respecto al suministro de agua, por lo que hoy monitorean rigurosamente su uso con proyección a 18 meses.

NIVEL DE AVANCE

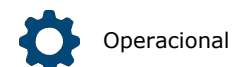
Finalizado

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Minera Valle Central (Amerigo Resources)

ASOCIADO: Codelco (El Teniente)

SIMBOLOGÍA



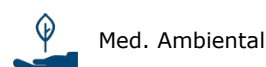
Operacional



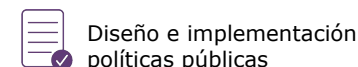
Económico



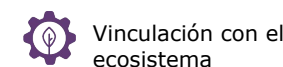
Social



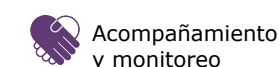
Med. Ambiental



Diseño e implementación políticas públicas



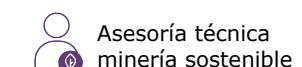
Vinculación con el ecosistema



Acompañamiento y monitoreo



Promoción y difusión



Asesoría técnica minería sostenible

R 31

PROYECTO

Confección de algoritmos Brownfield para división El Teniente

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos mina

NÚCLEO TRACCIONANTE

Exploración



MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público

PLAZOS: 2019 - 2019

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: No aplica

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

SIMBOLOGÍA

MACRONÚCLEO HABILITANTE

- Capital humano
- Minería inteligente
- Ecosistema, proveedores e I+D+i
- Políticas públicas, fomento e infraestructura

IMPACTO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental

CAPACIDADES MINMINERÍA

- Diseño e implementación políticas públicas
- Vinculación con el ecosistema
- Acompañamiento y monitoreo
- Promoción y difusión
- Asesoría técnica minería sostenible

OBJETIVO

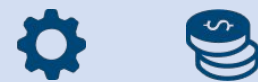
Desarrollar un modelo predictivo basado en Machine Learning, a partir de información de sondajes, geoquímica de superficie, magnetometría y modelamiento geológico, para identificar potenciales puntos de exploración Brownfield.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Exploración minera

Exploración minerales críticos

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS Y/O RESULTADOS

Generación de un modelo que permita inferir áreas de interés para la exploración Brownfield en un cuadrángulo territorial definido por el cliente, a partir de información de sondajes, geoquímica de superficie, magnetometría y modelamiento geológico. Además incluirá la utilización de herramientas de aprendizaje estadístico, geoestadístico y simulación/co-simulación de herramientas de software desarrolladas por el laboratorio ALGES.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

La combinación de diferentes fuentes de información, 2D y 3D, el uso de machine learning, algoritmos geostáticos y conocimiento geológico permiten identificar puntos de interés y generar mapas de probabilidades para encontrar lugares de interés económicos.

Los resultados llevan a Codelco a ampliar el uso de esta tecnología a la división Gabriela Mistral.

NIVEL DE AVANCE

Finalizado

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: AMTC

ASOCIADO: CODELCO

R 32

PROYECTO

SPIROMET

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Residuos

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público - Privada

PLAZOS: 2019 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
Alta tecnología

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

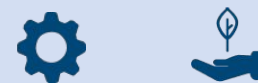
Generar una solución biotecnológica que permita bio-desintegrar la chatarra metálica y generar múltiples productos para la biolixiviación, bio-recuperación y bio-granallado. Esto se realiza mediante el uso de microorganismos adaptados que se alimentan del metal y producen un líquido que puede ser transformado en nuevos productos.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

Economía circular

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

El proyecto ha tenido los siguientes reconocimientos: Premio Nacional de Innovación Avonni (El Sol ISA INTERVIAL 2022-G), "Lanza tu Innovación" Exponor Chile 2022 y Trophée Startup 2022.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

El primer objetivo de la tecnología es ser aplicada en la industria minera, pues es la que representa el 70% del PIB a nivel nacional y está obligada por ley a eliminar sus residuos. Los cálculos apuntan a que la bio-desintegración no sólo abre paso a su gestión total, sino que además disminuye los gastos en alrededor de un 60% aplicando el concepto de economía circular.

NIVEL DE AVANCE

Finalizado

ACTORES RELEVANTES

EJECUTORES: Nadac Reales, Rudanac Biotec

ASOCIADOS: Corfo, Timamg Soluciones integrales, Villaseca abogados, Club de inventores

SIMBOLOGÍA

IMPACTO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental

CAPACIDADES MINMINERÍA

- Diseño e implementación políticas públicas
- Vinculación con el ecosistema
- Acompañamiento y monitoreo
- Promoción y difusión
- Asesoría técnica minería sostenible

R 33

PROYECTO

Programa Tranque: Monitoreo en línea de depósitos de relaves

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Relaves

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Público - Privada

PLAZOS: 2018 - 2029

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Vinculación/Coordinación

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
Bienes públicos

CAMBIO CLIMÁTICO: Adaptación

OBJETIVO

Contribuir con el diseño de un nuevo estándar nacional de monitoreo de los depósitos de relaves, proponiendo variables críticas para el monitoreo del desempeño de estas instalaciones y modelos de análisis de los datos que permitan tener información oportuna y pertinente para su gestión.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Desarrollo de modelos conceptuales de las herramientas propuestas e investigación del estado del arte en la gestión de los depósitos de relaves tanto en Chile como en el mundo. Desarrollo de cada una de las herramientas necesarias, para la puesta en marcha de un piloto en depósito de relaves El Mauro de Minera Los Pelambres. Se espera que el monitoreo contribuya a una gestión operativa preventiva de los depósitos, a un control remoto eficiente y a la generación de confianzas entre los diferentes actores que tendrán acceso a esta información a través de una plataforma digital.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Es necesario disponer de un estándar corporativo de gestión, incorporar personal responsable y capacitado, incorporar la gestión del riesgo en cada una de las fases del proyecto, incorporar programas y actividades de monitoreo en cada una de las fases del proyecto, fomentar la utilización de las mejores prácticas y tecnologías, fomentar el desarrollo de acciones de carácter preventivo, establecer sistemas de control externos e incorporar la mirada de la gestión de cuencas. Además, se presenta la oportunidad de mejorar la respuesta ante posibles emergencias.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Fundación Chile

ASOCIADOS: Programa Nacional de Minería Alta Ley, Fundación Chile, CORFO, Ministerio de Minería, SERNAGEOMIN, ONEMI, SMA, DGA, Antofagasta Minerals, BHP, CODELCO, ENAMI, SONAMI, INRIA Chile, AMTC y Valor Compartido

SIMBOLOGÍA

IMPACTO

- Operacional
- Económico
- Social
- Med. Ambiental

CAPACIDADES MINMINERÍA

- Diseño e implementación políticas públicas
- Vinculación con el ecosistema
- Acompañamiento y monitoreo
- Promoción y difusión
- Asesoría técnica minería sostenible

R 34

PROYECTO

Erradicación de la silicosis con Biotecnología: ZeroSi, el primer producto para combatir el sílice

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Minería segura

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - 2021(fin de financiamiento público)

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

OBJETIVO

Desarrollar y validar un producto de base biotecnológica para eliminar la sílice presente en el material particulado liberado al medio ambiente en las faenas mineras, especialmente en caminos de rajo de mina, áreas de chancado y frente de carguío.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Se encontró un microorganismo capaz de extraer las moléculas de oxígeno del dióxido de sílice que es respirable para convertirlas en cristales de mayor peso molecular. Debido a su peso, estas no se suspenden y se vuelven irrespirables. ZeroSi® combina dos actividades biológicas existentes en la naturaleza (cementación y silicificación) en un solo microorganismo que es resistente y amigable con el medio ambiente.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Es un producto no contaminante y que evita la silicosis, una enfermedad peligrosa que resulta de la exposición prolongada al polvo de sílice. En Chile existe un plan nacional de erradicación de la silicosis hacia 2030, pero los números han ido subiendo porque la extracción ha aumentado y, por lo tanto, el movimiento de tierra también. Este proyecto puede ayudar al plan nacional.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Domolif SPA

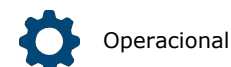
FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$34.999.996

AÑO: 2021

SIMBOLOGÍA



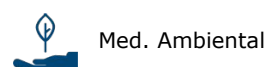
Operacional



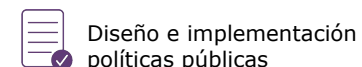
Económico



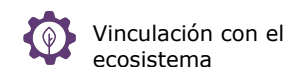
Social



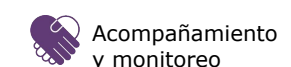
Med. Ambiental



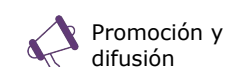
Diseño e implementación políticas públicas



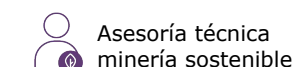
Vinculación con el ecosistema



Acompañamiento y monitoreo



Promoción y difusión



Asesoría técnica minería sostenible

R 35

PROYECTO

Tecnología de Nanoburbujas para sistema de control de polvo expulsado por tronaduras

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos mina

NÚCLEO TRACCIONANTE

Operación y planificación minera

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2020 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

OBJETIVO

Mitigar el polvo en suspensión generado en tronaduras mineras, a través de la aplicación de una formulación de espuma biodegradable e inocua. Esto para poder aumentar la frecuencia de tronaduras ejecutadas y mantener los niveles de calidad del aire exigidos el PDA de Andacollo.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Los vecinos del sector de Andacollo han manifestado su disconformidad debido al polvo producido por la mina en varias ocasiones, entre 2018 y 2021, lo que ha llevado a tensiones con la comunidad.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Transferencia tecnológica desde la academia a la industria minera, utilizando tecnologías de otros contextos productivos aplicados a la producción de explosivos.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: COMPAÑÍA MINERA TECK CARMEN DE ANDACOLLO

ASOCIADO: UNAB (CBIB)

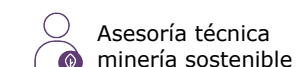
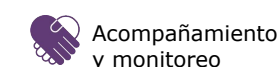
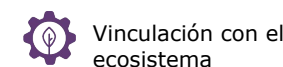
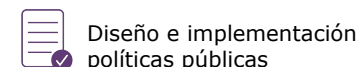
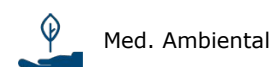
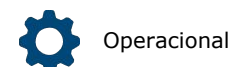
FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$31.000.000

AÑO: 2019

SIMBOLOGÍA



R 36

PROYECTO

Escalamiento internacional de ULISSES al mercado europeo

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos planta

NÚCLEO TRACCIONANTE

Hidrometalurgia

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2021-2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES:
Internacionalización

FINANCIAMIENTO SUGERIDO:
Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Consolidar la tecnología de concentración solar ULISSES en base a una certificación independiente, incorporando además la integración de un algoritmo para el control predictivo y detección de fallas basado en inteligencia artificial y escalar el modelo de negocios al mercado europeo como solución de energía solar térmica en aplicaciones de calor industrial.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Energías limpias

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS / RESULTADOS

Se puede lograr un ahorro de hasta un 80% del petróleo equivalente utilizado en calentar soluciones, lo que significa una reducción del mismo porcentaje en emisiones de carbono a la atmósfera. La innovación está en el desarrollo de una solución híbrida: una mezcla de energía solar térmica, pero también con tecnologías de concentración solar.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

La experiencia ha demostrado las debilidades existentes al transferir las soluciones de solar térmica de las clásicas aplicaciones residenciales a las particularidades del entorno minero. Los altos costos de diesel para calentar partes de los procesos de la industria del cobre, así como la radiación solar disponible en la mayoría de las zonas mineras de dicho mineral, llevó a desarrollar un nuevo colector de energía solar térmica a gran escala, de una mayor eficiencia y menor costo que los colectores solares convencionales.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Ingeniería, Consultoría Innovación en Energía SPA

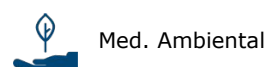
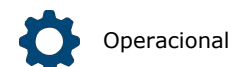
FINANCIAMIENTO OTORGADO

INSTRUMENTO: Consolida y Expande

MONTO: \$18.000.000

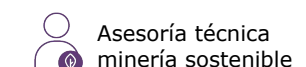
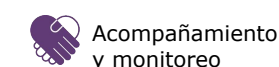
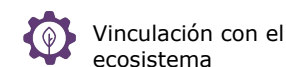
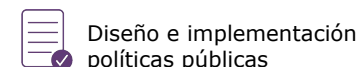
AÑO: 2021

SIMBOLOGÍA



IMPACTO

CAPACIDADES MINMINERÍA



R 37

PROYECTO

MIMAgua: tecnología para la eficiencia hídrica y la sostenibilidad en la minería

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Minería verde

MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2021 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Internacionalización

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: Adaptación

OBJETIVO

Desarrollar y validar una plataforma web como herramienta tecnológica para la gestión eficiente del agua, que contribuya a aumentar la eficiencia hídrica, adaptación climática y competitividad del sector minero.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Recursos hídricos

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS Y/O RESULTADOS

Es la única plataforma capaz de monitorear en tiempo real la calidad del recurso hídrico y realizar el cálculo de la huella de agua según la norma internacional ISO 14.046. Al tener conexión en línea con los puntos de muestreo puede controlar variables para cumplir metas de reducción, identificar eventos críticos y generar alertas cuando estas variables sobrepasan los límites permitidos.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Se puede aplicar en cualquier industria, en las empresas que necesiten realizar trazabilidad en su huella de agua, contar con información en tiempo real sobre cantidad, calidad e impactos sobre el agua que derivan de sus sistemas de producción. Los sectores minero y silvoagropecuario pueden ser los más beneficiados, debido a que son los que realizan el mayor consumo de agua en el país.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: Mimasost SPA

ASOCIADO: Corfo

FINANCIAMIENTO OTORGADO

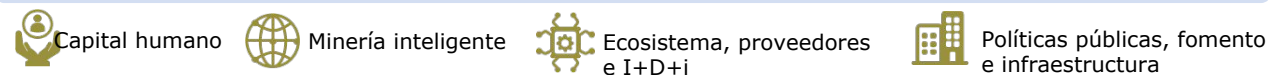
INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$20.916.000

AÑO: 2021

SIMBOLOGÍA

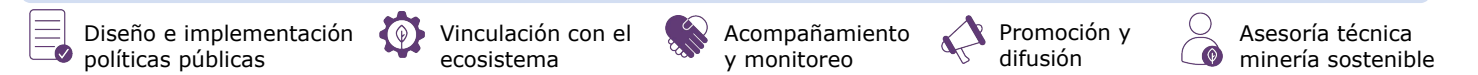
MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 38

PROYECTO

Perseus

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Relaves

MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2021-2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Ley de I+D

CAMBIO CLIMÁTICO: Mitigación

OBJETIVO

Desarrollar, a partir del software opat, un modelo de IA/CV/ML basado en la correlación de variables operacionales de un tranque, que permita predecir el comportamiento del espejo de agua y generar recomendaciones para su operación.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Residuos mineros

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS Y/O RESULTADOS

Desarrollar, a partir del prototipo actual del software opat, un mínimo producto viable de un modelo de ia/cv/ml basado en la correlación de variables operacionales de un tranque y la posición exacta de su laguna de aguas claras, que permita predecir el comportamiento del espejo de agua y generar recomendaciones dinámicas para su operación, con foco en la automatización y la optimización del proceso de captación y recirculación de agua en la industria minera.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

La tecnología es un factor clave para el desarrollo de la minería y de cualquier industria, pero también es importante no cerrarse solo en las tecnologías mineras y buscar en otras industrias tecnologías que puedan adaptarse y entregar valor en forma rápida y con bajos riesgos operacionales.

A futuro, es necesario generar vínculos con clientes mineros que faciliten información histórica de tranques de relaves, para entrenar el modelo predictivo para agregar valor a la entrega de recomendaciones operacionales.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: CEMVE SPA

FINANCIAMIENTO OTORGADO

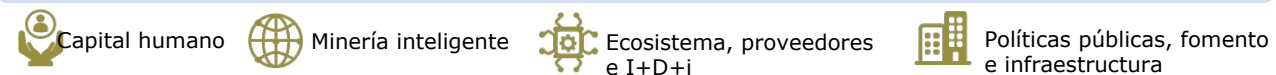
INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$30.000.000

AÑO: 2021

SIMBOLOGÍA

MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 39

PROYECTO

Sistema de control basado en tarjeta de control BRAIn para reparar y restaurar equipamiento industrial minero

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Minería sostenible

NÚCLEO TRACCIONANTE

Economía circular

MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2021 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Crea y valida

CAMBIO CLIMÁTICO: No aplica

OBJETIVO

Desarrollar una solución de control para convertidores de potencia basada en la plataforma BRAIn, con el fin de reparar y restaurar equipamiento industrial minero (particularmente hornos de inducción minera). Esto se realiza mediante el co-desarrollo, adaptación y optimización del sistema de control para estos equipos, la validación técnica en laboratorio y de entorno relevante de la solución, y el desarrollo de un modelo de negocio aplicado al potencial escalamiento industria y a la economía circular en torno a convertidores de potencia mineros obsoletos.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Economía circular

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS Y/O RESULTADOS

Diseño de una placa de control de potencia que permite reacondicionar equipamiento industrial. Pueden extender el uso de los controladores defectuosos u obsoletos de este equipamiento industrial y volver a ponerlo en funcionamiento.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

En la actualidad nuestro país cuenta con las capacidades técnicas y operativas para desarrollar la tecnología necesaria que permita enfrentar los nuevos retos que se están presentando. BRAIn es un ejemplo claro de esto, y de cómo su implementación masiva podría resolver un problema que afecta directamente a la economía nacional.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTORES: Andes Controls, Power and Automation

ASOCIADOS: Centro Avanzado de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, AC3E

FINANCIAMIENTO OTORGADO

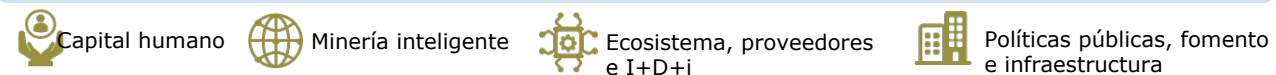
INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$29.971.712

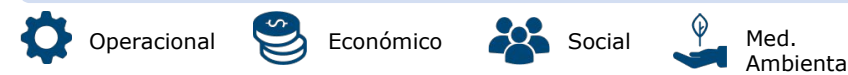
AÑO: 2022

SIMBOLOGÍA

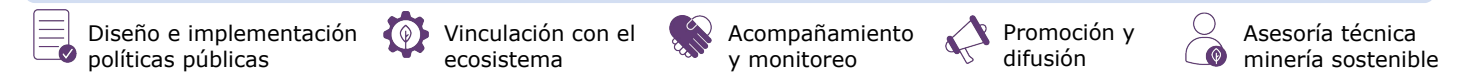
MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



R 40

PROYECTO

Sensor de eficiencia instantánea para motores eléctricos

MACRONÚCLEO TRACCIONANTE

Procesos mina

NÚCLEO TRACCIONANTE

Operación y planificación minera

MACRONÚCLEO HABILITANTE

CARACTERIZACIÓN

TIPO DE INICIATIVA: Privada

PLAZOS: 2019 - 2022

BRECHAS Y/O NECESIDADES: Escalamiento

FINANCIAMIENTO SUGERIDO: Crea y valida

CAMBIO CLIMÁTICO: Adaptación

OBJETIVO

Diseñar, fabricar y validar al menos 3 sensores de eficiencia instantánea para motores eléctricos, para luego ser instalados y probados en un camión minero.

PROXIMIDAD MINMINERÍA

Minería bajas emisiones

IMPACTO POSITIVO



CAPACIDADES MINMINERÍA



INTENSIDAD INNOVACIÓN



HITOS Y/O RESULTADOS

Diseño, fabricación y validación de al menos tres sensores, para ser instalados y probados en un camión minero.

APRENDIZAJES / OPORTUNIDADES:

Los motores son partes fundamentales e irremplazables en las actividades mineras, por esto la industria ha apuntado a motores de mayor capacidad, calidad y eficiencia. Además hay 3 aspectos cuyo cumplimiento hoy en día es indispensable en la industria: cuidado al medio ambiente, bajomantenimiento y ahorro de costos. Soluciones como la propuesta buscan abordar y reducir la brecha para poder abarcar las dimensiones señaladas.

La validación del sensor es importante para crear un producto final acorde a los requerimientos del mercado y el entorno del proceso del cliente.

NIVEL DE AVANCE

En desarrollo

ACTORES RELEVANTES

EJECUTOR: NOVAXIS SPA

FINANCIAMIENTO OTORGADO

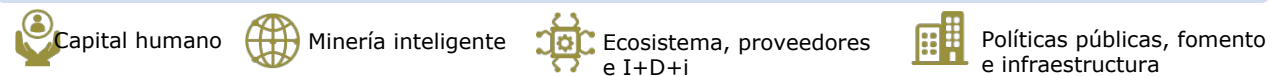
INSTRUMENTO: Crea y Valida

MONTO: \$186.694.400

AÑO: 2019

SIMBOLOGÍA

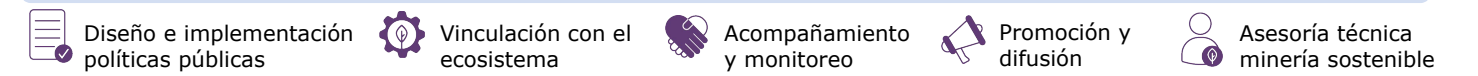
MACRONÚCLEO HABILITANTE



IMPACTO



CAPACIDADES MINMINERÍA



04 Anexo

Análisis proyectos CORFO





METODOLOGÍA

Se estudiaron todos los proyectos financiados por los instrumentos de financiamiento público Ley de Incentivo Tributario I+D o Ley I+D y los subsidios: Crea & Valida, Consolida y expande e Innova Alta tecnología, entre los años 2018 y Agosto de 2022.

Se generó un análisis evaluando: alineación con el Ministerio de Minería, tamaño de empresa beneficiaria, instrumento de financiamiento, región de ejecución, impacto, foco y tipo de innovación.

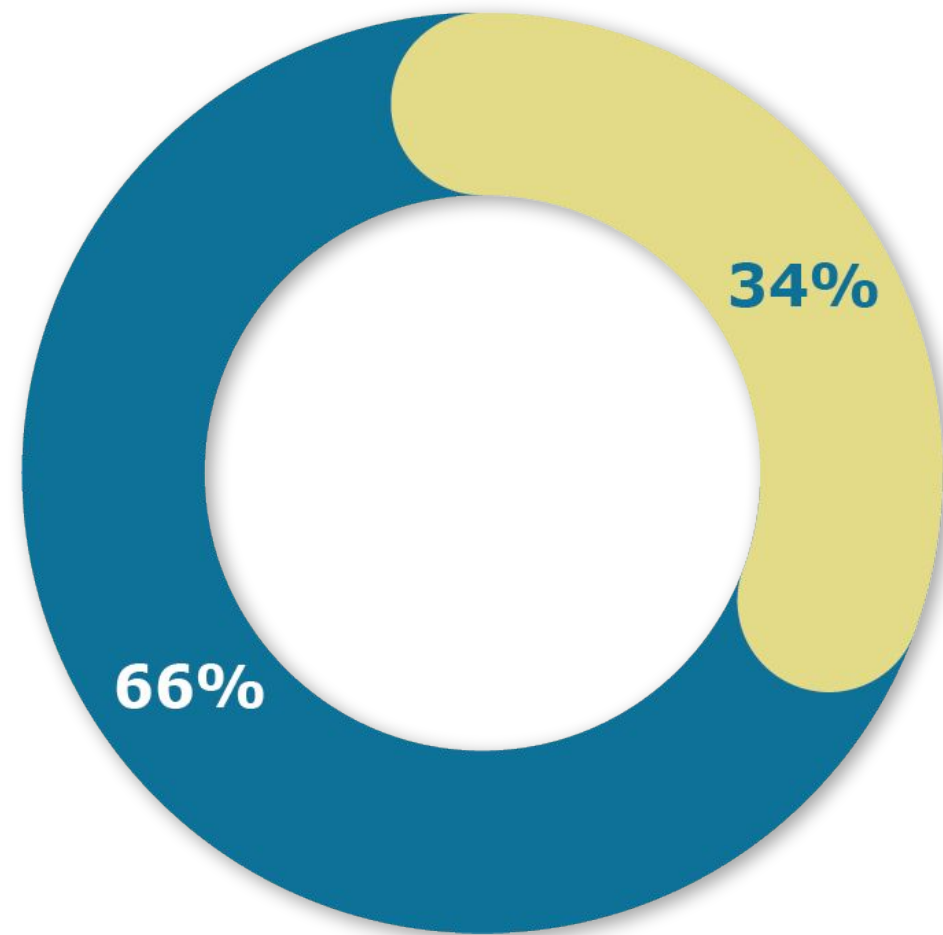
Finalmente, se levantaron 137 proyectos de los cuales se seleccionaron 15 proyectos, el detalle de cada uno se ven en las fichas de proyectos Ranking 6, 12, 13, 14, 15, 24, 25, 26, 34, 35, 36, 37, 38, 39 y 40, en el anexo 3.

PRINCIPALES INSIGHTS

- **GRÁFICO 1: 65,7%** de los proyectos **no están alineados** con las metas del gobierno.
- **GRÁFICO 2:** Las metas de gobierno más alineadas con los proyectos son **Residuos mineros (10%) y Minería bajas emisiones (9%)**.
- **GRÁFICO 3:** La **mediana empresa** es la que **menos obtuvo financiamiento** respecto a las grandes, pequeñas y microempresas, con un **18%** de proyectos adjudicados.
- **GRÁFICO 4: 49%** de los proyectos fueron apalancados por el instrumento **Crea y Valida**.
- **GRÁFICO 5:** La **mayoría de los proyectos** (74%)abordan innovaciones de **productos**.
- **GRÁFICO 6:** Un 94% de los proyectos analizados corresponden a innovaciones incrementales.
- **GRÁFICO 7: Gran parte** de los proyectos son ejecutados en la **Región Metropolitana** y en la **Región de Antofagasta**.
- **GRÁFICO 8:** La **mayoría de los proyectos** generan **impactos operacionales y económicos positivos**. Existe un **muy bajo porcentaje** de proyectos que impacten positivamente a la **comunidad (social) y el medio ambiente**.
- **GRÁFICO 9:** El **mayor monto promedio de dinero** adjudicado por proyectos son ejecutados por la **gran empresa**.



Gráfico 1: Alineación de proyectos financiados por Corfo con las metas de gobierno del Ministerio de Minería

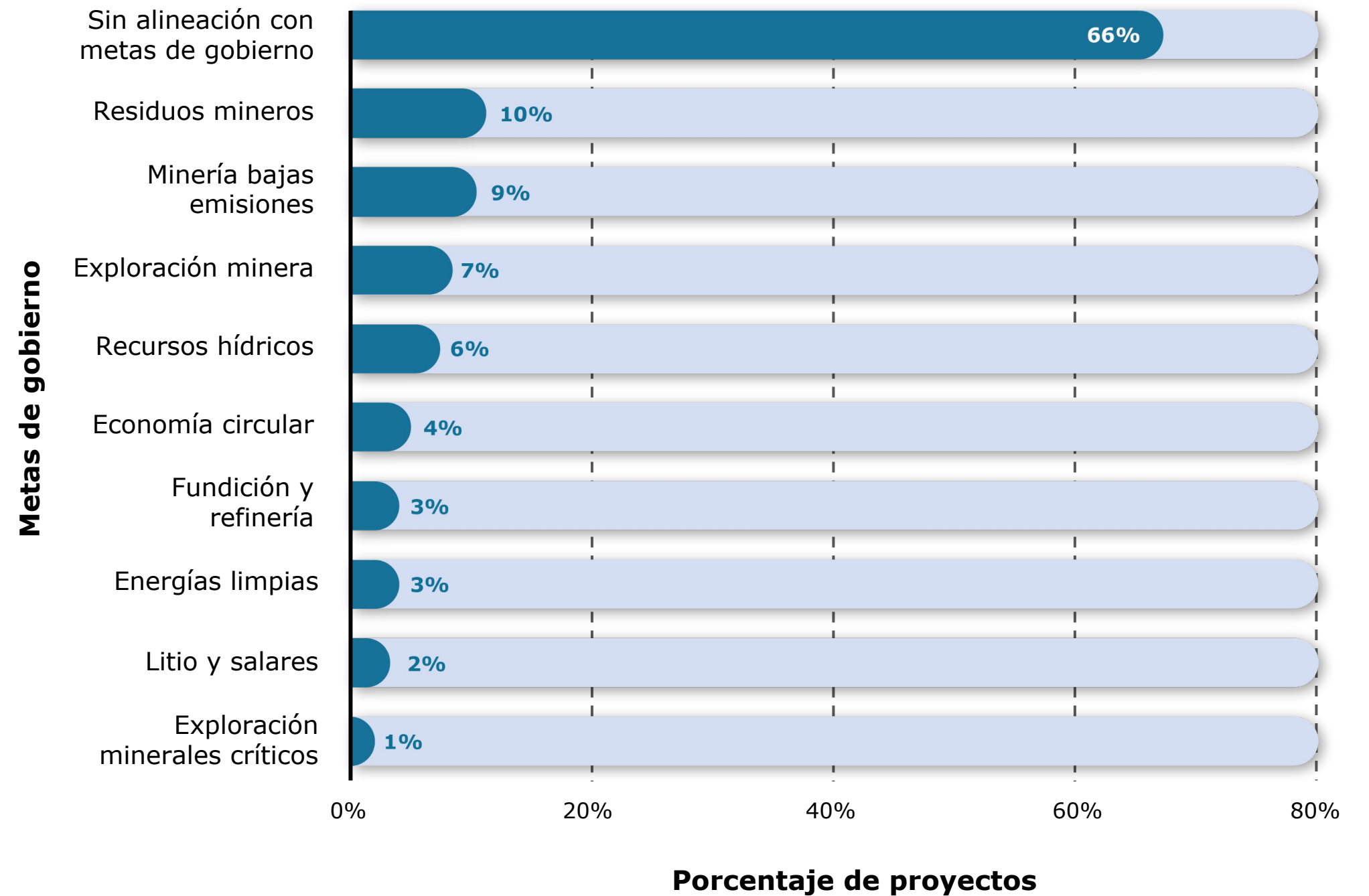


- Alineados con metas de gobierno
- Sin alineación con metas de gobierno

FUENTE: Brinca 2022



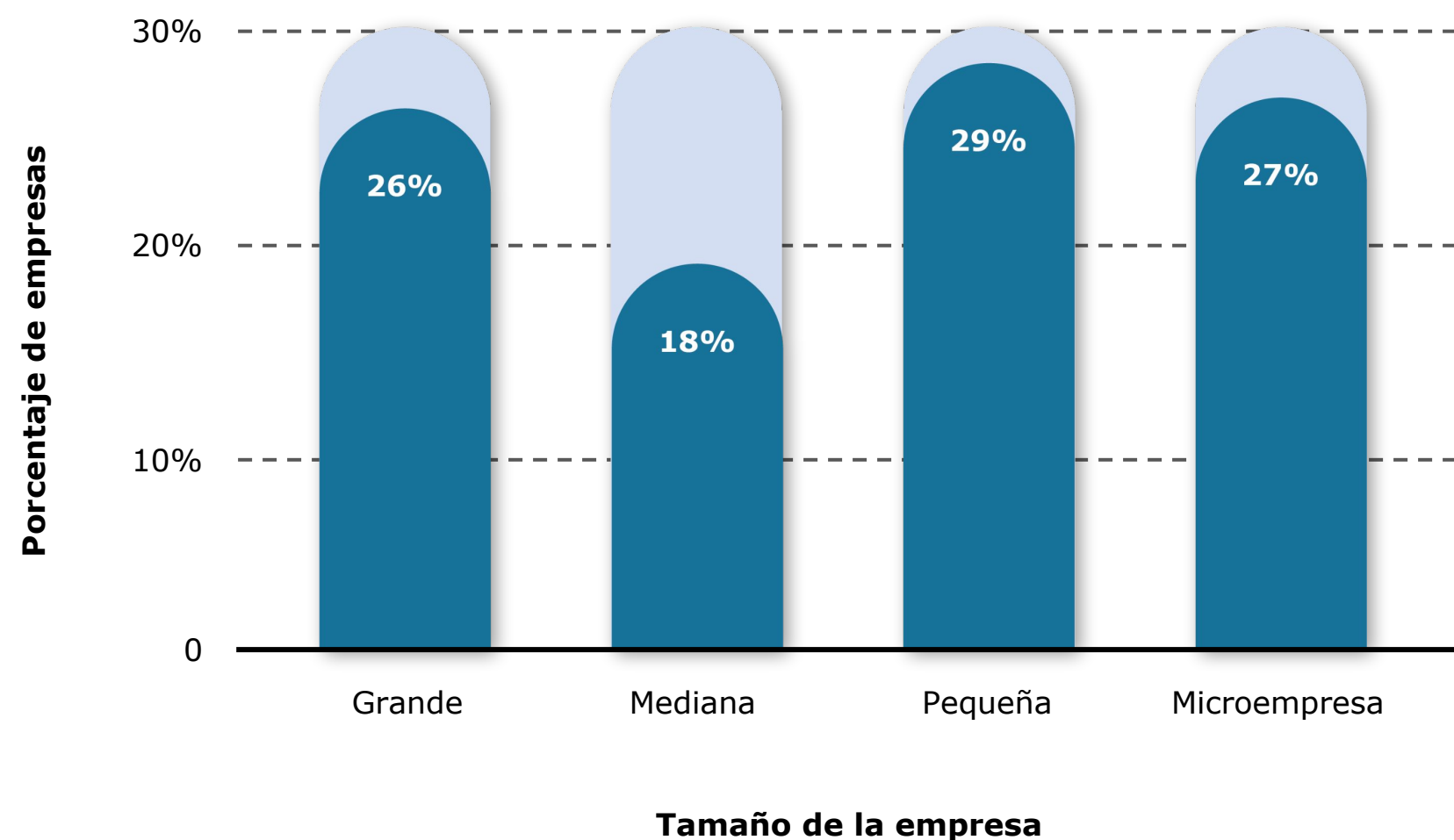
Gráfico 2: Distribución de proyectos catastrados financiados por Corfo según meta de gobierno del Ministerio de Minería



FUENTE: Brinca 2022



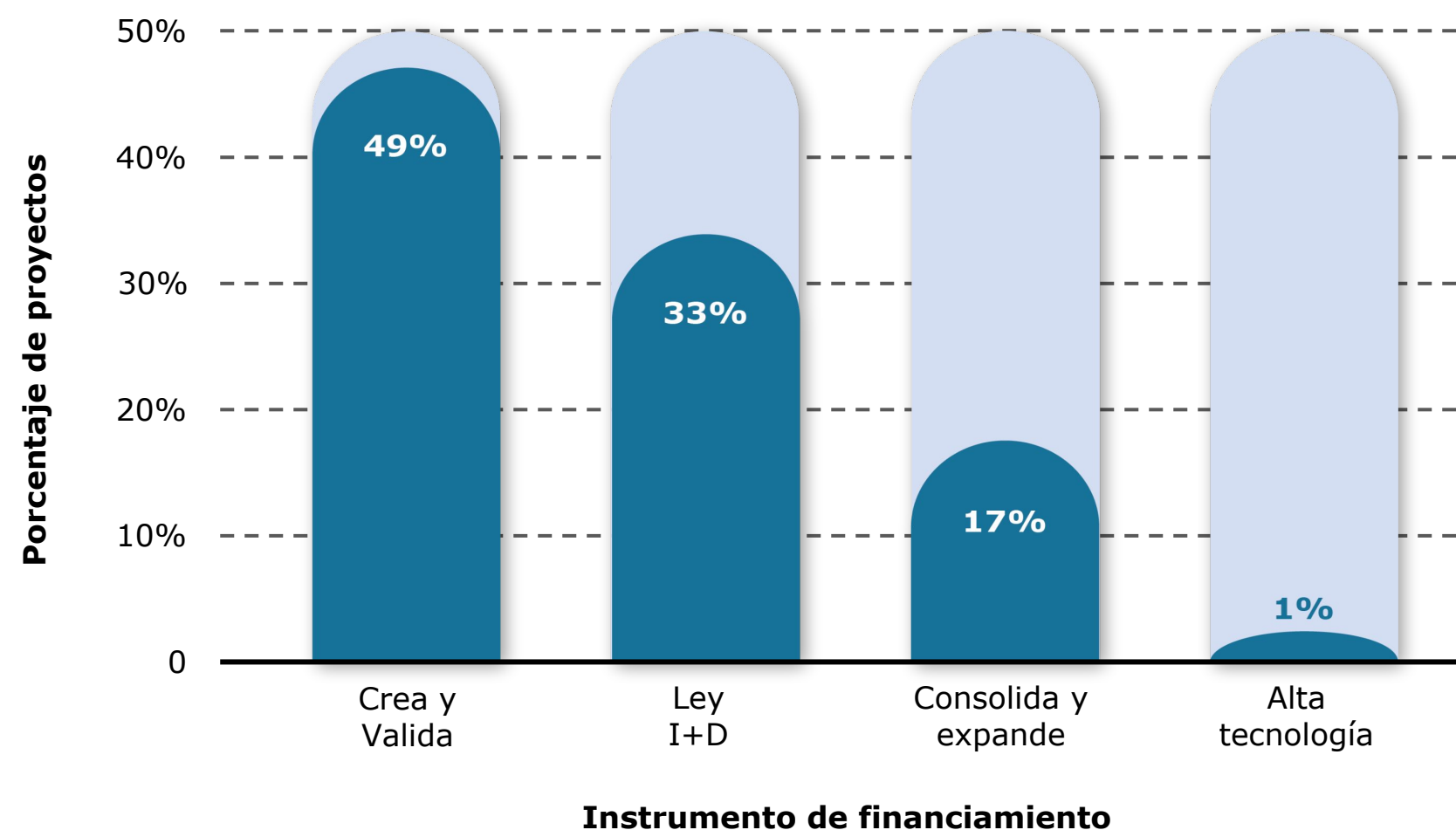
Gráfico 3: Tamaño de las empresas beneficiadas por financiamiento de Corfo para los proyectos catastrados



FUENTE: Brinca 2022



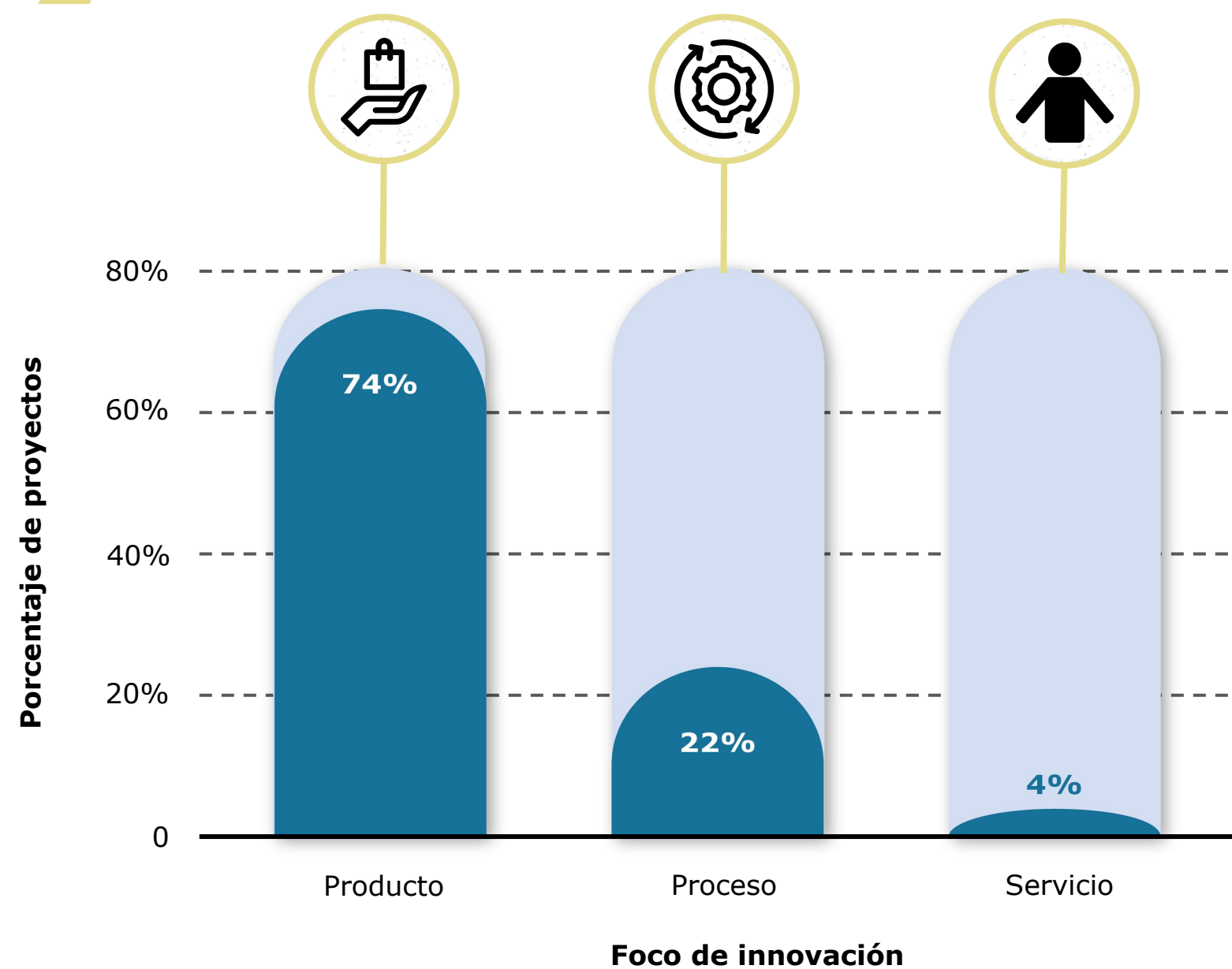
Gráfico 4: Instrumento de financiamiento Corfo utilizado por las empresas para la realización de los proyectos catastrados



FUENTE: Brinca 2022

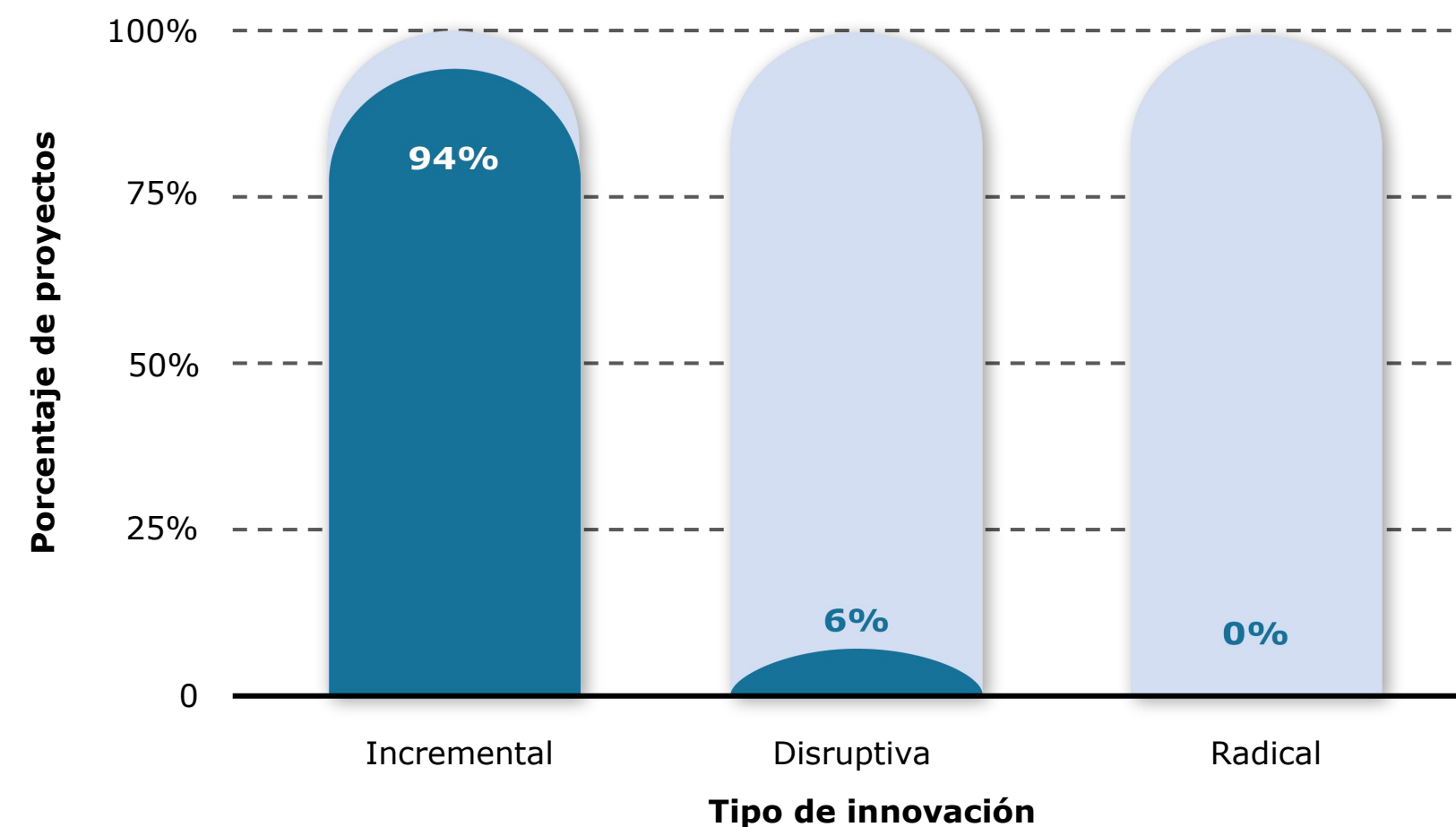


Gráfico 5: Proyectos catastrados financiados por Corfo según foco de innovación.



FUENTE: Brinca 2022

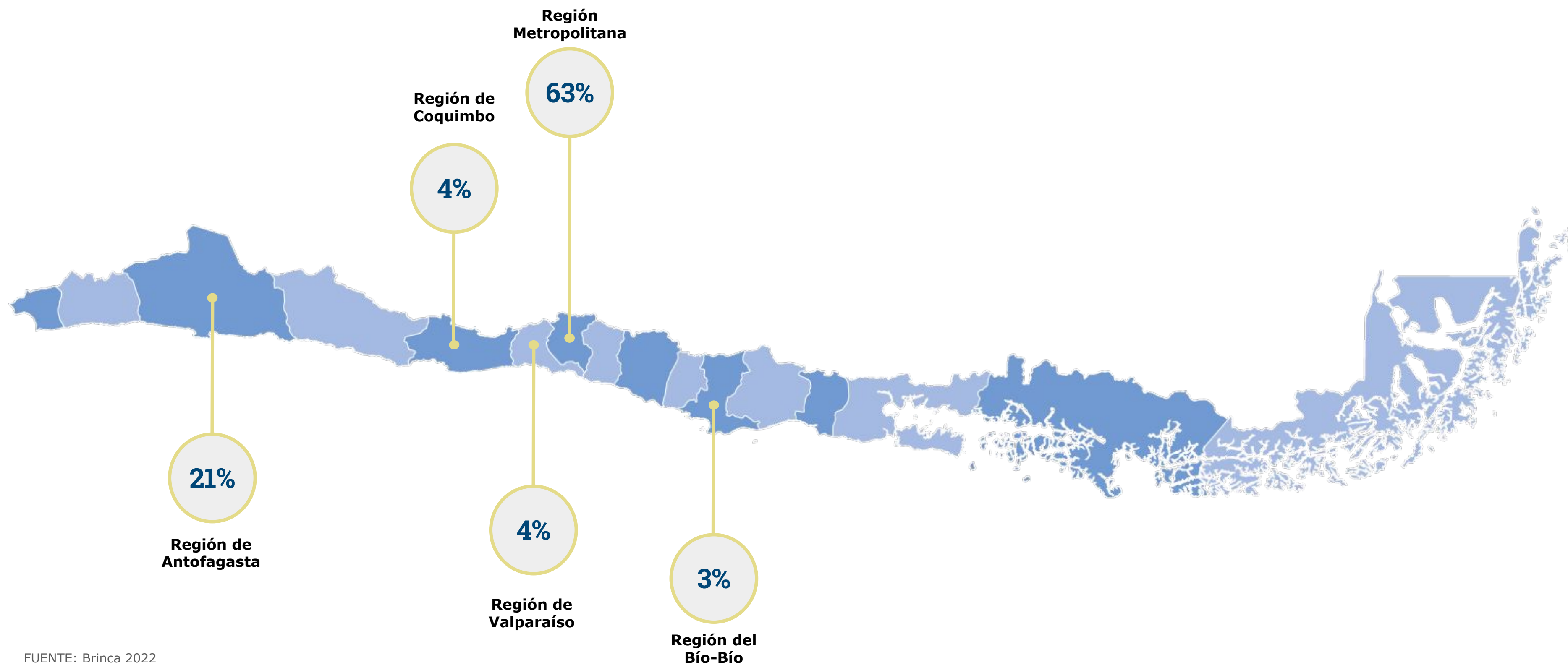
Gráfico 6: Tipo de innovación en los proyectos financiados por Corfo



FUENTE: Brinca 2022



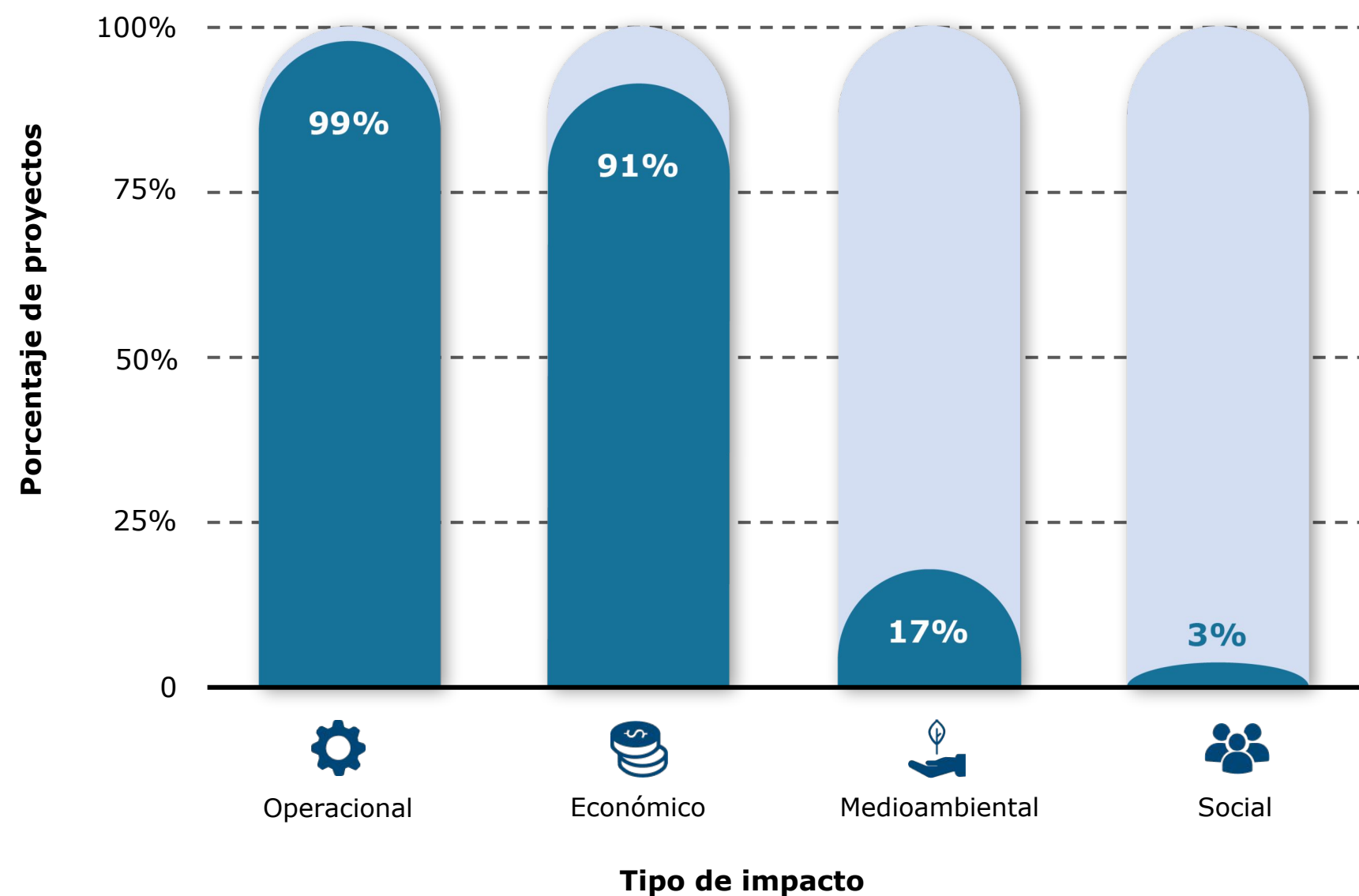
Gráfico 7: Región de ejecución de los proyectos catastrados financiados por Corfo



FUENTE: Brinca 2022



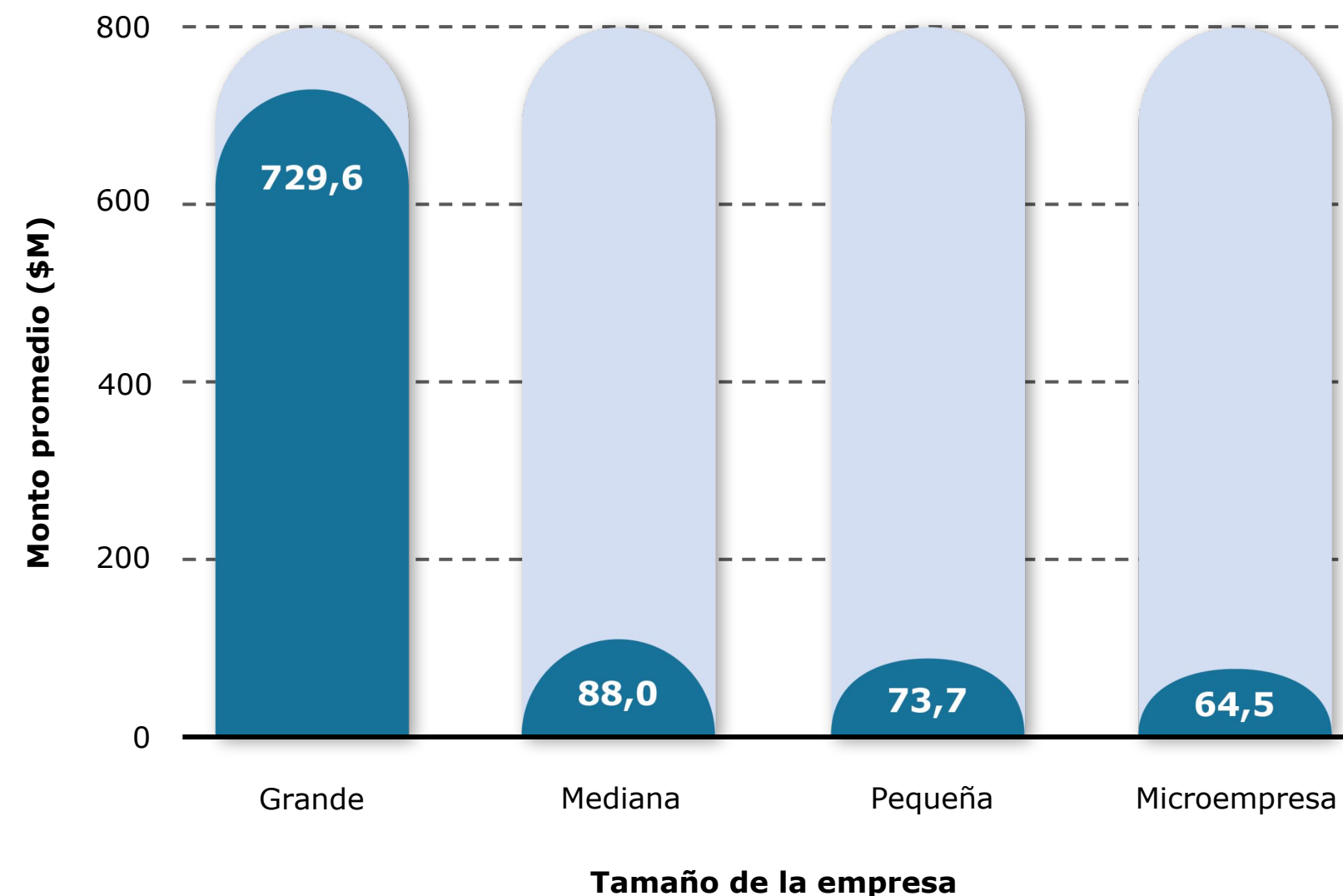
Gráfico 8: Distribución de impactos de proyectos catastrados financiados por Corfo



FUENTE: Brinca 2022



Gráfico 9: Monto promedio del beneficio asignado por Corfo, según tamaño de la empresa, en millones de peso



FUENTE: Brinca 2022



brinca.[®]