

INGRESO A GABINETE 25 JUN 2024

HORA INGRESO 11:30

REGRESO A O.P. 25 JUN 2024

hora de regreso 12:30

PROVIDENCIA N° 2767

DIRECTIVOS

- | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------|
| <input type="checkbox"/> | Gobernador | <input type="checkbox"/> | Jefe DIFOIN |
| <input type="checkbox"/> | Administrador | <input type="checkbox"/> | Jefe DAF |
| <input type="checkbox"/> | Jefe de Gabinete | <input type="checkbox"/> | Jefe DIPIR |
| <input type="checkbox"/> | Unidad Jurídica | <input checked="" type="checkbox"/> | Jefe DIPLADER |
| <input type="checkbox"/> | Auditoria Interna | <input type="checkbox"/> | Jefe DIT |
| | Otros: _____ | <input type="checkbox"/> | DIDESOH |

Natalia Alvarez
 Fono 233251414
 Gobierno Regional Arica y Parinacota

COM.

URGENTE

NORMAL

ACCIONES A SEGUIR

- | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | Oficio Respuesta | <input type="checkbox"/> | Emitir Resol. Ex. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Informar Gobernador | <input type="checkbox"/> | Conocim. y Devol. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Toma Conocimiento | <input type="checkbox"/> | Conocim. y Archiv. |
| <input type="checkbox"/> | Informar al Personal | <input type="checkbox"/> | V°B° y envío Pago |
| <input type="checkbox"/> | Continuar Trámite | <input type="checkbox"/> | Conciliación Banc. |

Observaciones:



Mecanismo de ingreso a Gore: Careo Electrónico
Miembra Oficial



Handwritten signature/initials.

15:40

→ Digitalizer

→ Publisher

03/07/2024

De: Oficina de Partes Ministerio de Minería <oficinadepartes@minmineria.cl>
Enviado el: lunes, 24 de junio de 2024 16:06
Para: oficinadepartes@goretarapaca.gov.cl; Oficina de Partes;
oficinadepartes@goreantofagasta.cl; Gobierno Regional de Atacama; Oficina de Partes; Oficina De Partes; Oficina Partes; gestiondedocumentos@goremaule.cl; Oficina de Partes Gobierno Regional; oficinapartes@goredelosrios.cl; Oficina de Partes GOREAYSEN; oficinadepartes@gorearaucania.cl; documental@gobiernosantiago.cl; oficinadepartes@goremagallanes.cl
CC: Paula Baltra Torres; Paola Barraza Ortíz; Daniella Müller Fabbri; Francia Ortiz Linay; Pedro Aguiló Bascuñan; Ingrid Camilla; Carlos Silva Landeros; Francisco Dall'Orso León; Raúl Chinchón González; Maritza Cabrera Torres
Asunto: OF. CIRC N°2 - REMITE EJEMPLAR ANTEPROYECTO QUE INDICA
Datos adjuntos: OF.CIRC. N°2.pdf; Anteproyecto PSSC Minería - Final.pdf



Buenas tardes:

Se cumple con remitir para vuestro conocimiento y fines pertinentes la siguiente documentación: Oficio Circular N°2 de 2024

Se entenderá por notificado al momento del envío de este correo electrónico; por favor dar acuse recibo, para efectos de constancia administrativa.

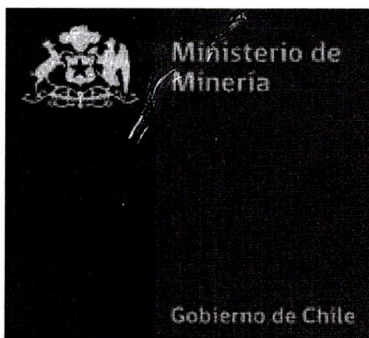
Atentamente,

Verónica Contreras Varela

Jefa Sección Partes y Archivos
Unidad de Gestión Documental
oficinadepartes@minmineria.cl

Ministerio de Minería | Gobierno de Chile

Amunategui 232, piso 16, Santiago
+ 56 2 24733078



Aviso de Confidencialidad: Este correo electrónico y/o el material adjunto es para uso exclusivo del emisor y la persona o entidad a la que expresamente se le ha enviado, y puede contener información confidencial o material privilegiado. Si usted no es el destinatario legítimo del mismo, por favor repórtelo inmediatamente al remitente del correo y bórralo. Cualquier revisión, retransmisión, difusión o cualquier otro uso de este correo, por personas o entidades distintas a las del destinatario legítimo, queda expresamente prohibido. Este correo electrónico no pretende ni debe ser considerado como constitutivo de ninguna relación legal, contractual o de otra índole similar.

Notice of Confidentiality: The information transmitted is intended only for the sender and person or entity to which it is addressed and may contain confidential and/or privileged material. Any review, e-transmission, dissemination or other use of, or taking of any action in reliance upon, this information by persons or entities other than the intended recipient is prohibited. If you received this in error, please contact the sender immediately by return electronic transmission and then immediately delete this transmission, including all attachments, without copying, distributing or disclosing same.



ORD. N° **2**

MAT.: Anteproyecto de Plan Sectorial de Cambio Climático para el Sector Minería.

ADJ.: Ejemplar de anteproyecto que indica.

24 JUN 2024

A : SEGUN DISTRIBUCIÓN
DE : AURORA WILLIAMS BAUSSA
MINISTRA DE MINERIA

Junto con saludar, se informa a usted que el Ministerio de Minería ha elaborado un Anteproyecto del Plan Sectorial de Cambio Climático para el Sector Minería, que contiene los componentes de mitigación y adaptación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 19 de la ley N° 21.455, Ley Marco de Cambio Climático, y el artículo 43 del decreto supremo N° 16, de 2023, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el reglamento que establece procedimientos asociados a los instrumentos de gestión del cambio climático. Dicho Anteproyecto fue aprobado mediante la resolución exenta N° 1.531, de 7 de junio de 2024, de este ministerio, la que ordenó someterlo a consulta pública. Un extracto de la mencionada resolución fue publicado en el Diario Oficial el pasado 12 de junio del presente año.

Cabe mencionar que el citado plan busca coordinar los esfuerzos nacionales para mejorar la resiliencia del sector minero frente a los impactos del cambio climático, como también promover la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes climáticos de vida corta, aplicando medidas y acciones basadas en la mejor ciencia disponible, la participación ciudadana, la capacidad y experiencia de los servicios públicos, y la colaboración entre los múltiples actores y territorios.

En este contexto, y de conformidad a lo dispuesto en el artículo 43 del singularizado reglamento, por medio del presente, se remite copia del singularizado anteproyecto a vuestro Comité Regional de Cambio Climático con la finalidad de que puedan distribuirlo entre los organismos y entidades que correspondan, de modo de asegurar la participación informada y la difusión del proceso en la ciudadanía.

Para ello, se cumple con enviar a usted, en atención al cargo en la Presidencia de cada comité, una copia del Anteproyecto, para su distribución con los organismos e instancias que correspondan. El enlace para acceder al expediente electrónico del referido Plan es el siguiente:

<https://participa.minmineria.gob.cl/es-CL/projects/consulta-publica-pscc>

Sin otro particular, se despide atentamente,


AURORA WILLIAMS BAUSSA
MINISTRA - MINISTRA DE MINERIA






Distribución:

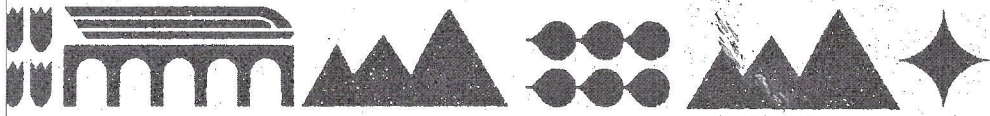
- Gobierno Regional de Arica y Parinacota
- Gobierno Regional de Tarapacá
- Gobierno Regional de Antofagasta
- Gobierno Regional de Atacama
- Gobierno Regional de Coquimbo
- Gobierno Regional de Valparaíso
- Gobierno Regional del Libertador Bernardo O'Higgins
- Gobierno Regional del Maule
- Gobierno Regional de Ñuble



- Gobierno Regional del Bio-bio
- Gobierno Regional de la Araucanía
- Gobierno Regional de Los Ríos
- Gobierno Regional de Los Lagos
- Gobierno Regional de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo
- Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago

C.C.:

- Gabinete de la Ministra
 - Gabinete Subsecretaría.
 - División Jurídica
 - División de Estrategia y Políticas Públicas Mineras
-



Plan Sectorial de Cambio Climático: Sector Minería

Anteproyecto en consulta pública



Ministerio de
Minería

Gobierno de Chile

Anteproyecto del Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería
Ministerio de Minería, junio 2024

EQUIPO TÉCNICO

Ministerio de Minería, División de Estrategia y Políticas Públicas Mineras:
Carlos Silva Landeros, Jefatura División Estrategia y Políticas Públicas Mineras
Francisco Dall'Orso León, Jefatura Departamento Políticas Públicas Mineras.
Bárbara Salinas Trentini, Profesional Departamento Políticas Públicas Mineras

Banco Interamericano de Desarrollo (BID): Martin Walter

EQUIPO CONSULTOR

EBP Chile y DEUMAN.

Nicola Borregaard, Rubén Méndez, Diego Lizana, Carolina Faúndez, Rodrigo Valenzuela, Itala Ferrer,
Luis Costa, Mariana Ruiz, Virginia Guzmán, Romina Cid

DISEÑO

Ministerio de Minería, Departamento de Comunicaciones
Sebastián Bejar Navarrete, Diseñador del Departamento de Comunicaciones

Este anteproyecto de plan fue elaborado por el Ministerio de Minería en con el apoyo de Banco Interamericano de Desarrollo (BID) quien entregó financiamiento para contratar a las empresas consultoras ImplementaSur, EBP Chile y Deuman. También agradecemos la participación de expertos nacionales incluyendo representantes de distintos servicios públicos, sector privado, academia y sociedad civil, cuyos puntos de vistas fueron claves para las definiciones de este plan.

Contenidos

Acrónimos.....	3
1. Introducción.....	4
1.1. Objetivos y alcance.....	4
2. Contexto y antecedentes del plan.....	5
2.1. Contexto global y nacional de cambio climático.....	5
2.2. Caracterización del sector.....	5
2.3. Definiciones estratégicas de cambio climático y políticas de desarrollo sectorial.....	6
2.3.1. Marco Legal.....	7
2.3.2. Políticas y planes.....	7
2.3.3. Objetivos sectoriales sector minería.....	7
2.4. Proceso de elaboración del plan: etapas e hitos relevantes.....	8
3. Diagnóstico sectorial de cambio climático.....	10
3.1. Análisis sectorial de emisiones.....	10
3.1.1. Categorías del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero asignadas al sector.....	10
3.1.2. Emisiones históricas y proyectadas.....	11
3.1.3. Factores que determinan las emisiones.....	14
3.1.4. Otras políticas con impacto en la implementación de medidas de mitigación sectorial.....	17
3.2. Evaluación de impactos y vulnerabilidad de riesgos.....	19
3.2.1. Vulnerabilidad e impactos en las operaciones mineras.....	19
3.2.2. Vulnerabilidad e impactos en la infraestructura minera.....	20
3.2.3. Riesgos climáticos en la minería.....	21
3.3. Presentación del sector.....	25
3.3.1. Caracterización general.....	25
3.3.2. Nivel de actividad.....	27
3.3.3. Uso de recursos.....	28
3.3.4. Actores importantes en la industria minera.....	29
3.3.5. Acuerdos y estándares voluntarios.....	30
3.3.6. Externalidades.....	31
4. Planificación estratégica.....	35
4.1. Objetivo general del Plan.....	35
4.2. Objetivos específicos.....	35
4.3. Líneas de acción.....	35
4.4. Medidas de acción.....	36
4.4.1. Componente mitigación.....	36
4.4.2. Componente adaptación.....	49
4.4.3. Cronograma resumen.....	71
5. Arreglos institucionales para la implementación del plan.....	73
5.1. Estructura Organizacional.....	73
5.2. Unidad de Gestión del Plan.....	73
5.3. Mecanismos de Coordinación.....	73
5.4. Sistema de Monitoreo y Evaluación.....	73
5.5. Desarrollo de Capacidades y Estrategia de Difusión.....	75
5.6. Financiamiento y Recursos.....	75
5.7. Medios de Implementación.....	75
5.7.1. Desarrollo y Transferencia de Tecnología.....	75
5.7.2. Creación y Fortalecimiento de Capacidades.....	76
5.7.3. Financiamiento climático.....	79
6. Bibliografía y fuentes de información.....	80
7. Anexos.....	83

Acrónimos

APR: Agua Potable Rural
APRIMIN: Asociación de Proveedores Industriales de la Minería.
AR5: Quinto Informe de Evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés *Fifth Assessment Report*)
AR6: Sexto Informe de Evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés *Sixth Assessment Report*)
BCN: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile
BID: Banco Interamericano de Desarrollo.
CAL: Corporación Alta Ley
CCRN: Cambio Climático y Recursos Naturales
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN: Escenario de carbono neutralidad
COCHILCO: Comisión Chilena de Cobre.
CODELCO: Corporación Nacional del Cobre de Chile.
CORECC: Comité Regional de Cambio Climático.
CORFO: Corporación de Fomento de la Producción.
DGA: Dirección General de Aguas
DMC: Dirección Meteorológica de Chile
ECLP: Estrategia Climática de Largo Plazo.
EE: Eficiencia Energética
ETICC: Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático
ERNC: Energías Renovables No Convencionales
FCH: Fundación Chile.
GEI: Gases de efecto invernadero.
GIRH: Gestión Integrada del Recurso Hídrico
GRD: Gestión del Riesgo de Desastres.
IBA: Informe Bienal de Actualización
IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés *Intergovernmental Panel on Climate Change*)
ICMM: Consejo Internacional de Minería y Metales (por sus siglas en inglés *International Council on Mining and Metals*) ().
IIMCh: Ingenieros de Minas de Chile.
INGEI: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
LMCC: Ley Marco de Cambio Climático.
Mch: Minería Chilena.
MEPS: Estándares mínimos de eficiencia energética (por sus siglas en inglés *Minimum Energy Performance Standard*)
MMA: Ministerio de Medio Ambiente.
NDC: Contribución Determinada a Nivel Nacional (por sus siglas en inglés *Nationally Determined Contribution*).
PACC: Planes de Adaptación al Cambio Climático
PAT: Plan de Acción Tecnológico
PELP: Planificación Energética de Largo Plazo
PNACC: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PSCC: Plan Sectorial Cambio Climático de Minería.
PNM2050: Política Nacional Minera 2050
RCP: Trayectorias de Concentración Representativas (por sus siglas en inglés *Representative Concentration Pathways*)
RL: Escenario de recuperación lenta post COVID-19
SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería.
SENAPRED: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres.
SBTi: Objetivos Basados en la Ciencia (por sus siglas en inglés *Science-Based Targets Initiative*)
SONAMI: Sociedad Nacional de Minería.
SST: Sistema Solar Térmico
TEA: Escenario de transición energética acelerada
TCFD: Grupo de Trabajo sobre Divulgaciones Financieras Relacionadas con el Clima (por sus siglas en inglés *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures*)
TJ: TeraJoules
USGS: Servicio Geológico de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés *United States Geological Survey*)
WRI: Instituto de Recursos Mundiales (por sus siglas en inglés *World Resources Institute*)
WBCSD: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (por sus siglas en inglés *World Business Council for Sustainable Development*)

1. Introducción

La minería es la principal actividad económica del país (BCN, 2023). Consume alrededor del 15% de la energía total del país, lo que representa un tercio del consumo de electricidad nacional y un quinto del consumo de diésel. Las iniciativas climáticas que pueda impulsar el sector minero representan una gran oportunidad para reducir emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y, de este modo, contribuir a enfrentar los desafíos del cambio climático.

Chile firmó el Acuerdo de París, comprometiéndose a ser carbono neutral a más tardar el 2050. A raíz de este compromiso, se desarrollaron diversos instrumentos de gestión climática en el país. En 2020 nuestro país presenta su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), que establece los compromisos de Chile para reducir sus emisiones y adaptarse al cambio climático, y en 2021 se publicó la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), que traza una hoja de ruta de largo plazo hacia la carbono neutralidad y resiliencia. Posteriormente, en 2022, se publica la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) (Ley 21.455), con el objetivo de contar con un marco jurídico para que el país pueda enfrentar los desafíos que implica el cambio climático y cumplir con sus compromisos internacionales. Esta ley mandata la elaboración de los Planes Sectoriales de Mitigación y de Adaptación al Cambio Climático para distintos sectores de la economía nacional, dentro de los cuales se encuentra el sector minería. Cabe mencionar que el Ministerio de Minería ha decidido elaborar un plan integrado, que incluye tanto el componente de mitigación como el de adaptación, que se denomina Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería (PSCC).

El PSCC define las medidas y acciones necesarias para que el sector pueda reducir sus emisiones de GEI y adaptarse a los efectos del cambio climático, con el objetivo de asegurar la continuidad de las operaciones mineras en el tiempo de la manera más sostenible posible. Estas medidas y acciones, que abarcan el componente de mitigación y adaptación, en conjunto con medidas transversales relativas a medios de implementación, han sido desarrolladas y validadas a través de un proceso participativo que involucra a actores del sector público, privado y la sociedad civil, con los más altos estándares de transparencia y participación.

El presente documento se organiza de la siguiente forma. En el Capítulo 2, se ofrece el contexto y los antecedentes del PSCC, haciendo referencia al cambio climático a nivel global y nacional, así como a las estrategias y políticas nacionales relacionadas con el desarrollo sectorial. También se presentan las etapas e hitos relevantes que han marcado el proceso de elaboración del Plan.

El Capítulo 3 aborda un diagnóstico sectorial con enfoque en cambio climático, que incluye un análisis de emisiones, una evaluación de impactos, vulnerabilidad y riesgos, y finalmente la presentación del sector.

En el Capítulo 4, se lleva a cabo una planificación estratégica que incluye la visión y objetivos del plan, así como las líneas de acción estratégicas respectivas. También se detallan objetivos específicos, fichas de medidas, mecanismos de monitoreo y recomendaciones para la implementación a nivel territorial en los ejes de mitigación, adaptación y medio de implementación.

Finalmente, en el Capítulo 5, se presentan los arreglos institucionales para la implementación del plan.

1.1. Objetivos y alcance

Fortalecer la prevención y respuesta del sector minero ante el cambio climático, impulsando el desarrollo de una minería resiliente en todos sus niveles, abarcando operaciones de pequeña, mediana y gran escala, tanto metálicas como no metálicas. Esto se logrará mediante la implementación de estrategias de adaptación y mitigación, orientadas a la reducción de emisiones de GEI y a la adopción de innovadoras tecnologías que favorezcan una transición energética sostenible y resiliencia del sector. En paralelo, se buscará potenciar las capacidades institucionales pertinentes, generando así un entorno propicio para aprovechar oportunidades y hacer frente a las amenazas vinculadas al cambio climático. El documento busca promover una minería acorde con los principios de sostenibilidad ambiental, estableciendo una sinergia efectiva entre la actividad minera y la preservación del medio ambiente. Lo anterior, contribuyendo al cumplimiento de las metas de la ECLP y NDC.

2. Contexto y antecedentes del plan

2.1. Contexto global y nacional de cambio climático

En las últimas tres décadas, el cambio climático se ha posicionado como uno de los principales desafíos para la humanidad. Actualmente, sus impactos significativos se pueden observar en todo el mundo, siendo América Latina y, especialmente, Chile, algunas de las zonas más afectadas. Estos impactos se intensificarán progresivamente en el futuro con un aumento de la temperatura promedio de la Tierra. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), define escenarios ilustrativos de emisiones para estudiar la respuesta climática, los cuales, sustentan las proyecciones de los modelos climáticos y se denominan Escenarios de Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés). En su Sexto Informe de Evaluación (AR6, por sus siglas en inglés) el IPCC afirma que es muy probable que la temperatura promedio global aumente significativamente a finales de este siglo en comparación con la época preindustrial. El rango probable de aumento varía entre 1,5°C y 5,7°C, dependiendo del escenario considerado (IPCC, 2021). Por tanto, la adaptación a estos cambios va tomando cada vez más importancia, llegando a ser un tema central en los esfuerzos internacionales.

Cabe mencionar que los efectos del cambio climático se distribuyen desigualmente entre regiones, grupos sociales y entre mujeres y hombres en el país. Varios estudios han demostrado que el cambio climático afecta especialmente a los más vulnerables, entre las mujeres y las niñas, por situaciones de pobreza y roles asociados con el género. Esto aconseja incorporar una mirada social y de género a las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, y tener en cuenta las distintas vulnerabilidades de los grupos y sus aportes específicos a las estrategias diseñadas. Si bien el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha publicado una guía sobre género y cambio climático, aún no se ha realizado un análisis enfocado en las regiones con mayor concentración de actividad minera.

Esto implica incorporar una mirada social y de género a las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, y tener en cuenta las distintas vulnerabilidades de los grupos y sus aportes específicos a las estrategias diseñadas.

2.2. Caracterización del sector

En este contexto, la minería chilena tiene un rol fundamental en la adaptación y mitigación del cambio climático, abarcando tanto la minería a gran escala como la mediana y la pequeña. La pequeña y mediana minería cumplen un rol social clave para Chile, siendo especialmente vulnerable a los cambios estructurales relacionados al cambio climático, lo que afecta su productividad y desarrollo. Por su parte, la gran minería es fundamental para proporcionar los metales necesarios para la transición energética, por lo que estos debiesen ser producidos de la forma más sostenible posible. Además, los esfuerzos de mitigación de esta industria contribuyen significativamente a los compromisos que ha establecido Chile en el contexto del Acuerdo de París.

La Política Nacional Minera 2050, el instrumento rector de las políticas públicas mineras de Chile. Esta política apunta a:

- Mantener y potenciar el liderazgo de Chile en el suministro de minerales necesarios para la lucha contra el calentamiento global y la adaptación a sus consecuencias, generando valor para el país.
- Ser la industria minera más competitiva e innovadora a nivel mundial, fortaleciendo la exploración de recursos de manera responsable con las personas y el entorno, y promoviendo la participación activa en el cambio tecnológico, junto con el fortalecimiento del ecosistema de proveedores.
- Lograr los más altos estándares de seguridad, diversidad e inclusión, mejorando la calidad de vida en los territorios y fomentando una identidad minera genuina en la ciudadanía.
- Impulsar el desarrollo sustentable de la minería, alcanzando la carbono neutralidad al 2040, contribuyendo a satisfacer las necesidades del presente de manera responsable y asegurando recursos para las generaciones futuras.
- Construir una institucionalidad efectiva que promueva el desarrollo minero con una visión de país a largo plazo y potencie la política de fomento orientada a la pequeña y mediana minería.

Chile es el mayor productor de cobre del mundo, con una producción anual aproximada de 5 millones de toneladas desde hace casi dos décadas. Las inversiones en el sector minero chileno a 10 años bordean los 70 mil millones de dólares, reflejando la importancia y el continuo desarrollo de esta industria clave para la economía nacional. Según el reporte "Inversión en la minería chilena" de Cochilco, la cartera de proyectos para el período 2023-2032 contempla una inversión total de 65.712 millones de dólares, distribuidos en 49 proyectos (COCHILCO, 2023d). Por otra parte, según el informe del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (2021), Chile posee el 41% de las reservas mundiales de litio y el 21,3% de las reservas de cobre a nivel global. Estos minerales son fundamentales para la fabricación de productos clave en la lucha contra el cambio climático, como autos eléctricos, paneles solares, turbinas eólicas y baterías. Según el informe "Demanda de cobre a partir de una transición energética", para alcanzar estas metas, la demanda proyectada de cobre para el año 2050 se distribuye de la siguiente manera: 39% para satisfacer las necesidades de energía solar, 36% para energía eólica y 4% para baterías (Cochilco, 2022).

En los últimos 5.000 años, se han producido 550 millones de toneladas de cobre. Sin embargo, para satisfacer la demanda proyectada para los próximos 25 años, según datos de la Fundación Chile (FCh, 2016), será necesario producir una cantidad de cobre equivalente a todo lo que se ha extraído en la historia de la humanidad hasta ahora. Esto implica que, para lograr una matriz energética completamente limpia, se debe aumentar la producción de cobre de manera sostenible en ocho veces.

Por otra parte, la minería chilena ha implementado iniciativas para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, como la reducción de emisiones directas e indirectas y la adopción de energías renovables (Minería Chilena, 2023). También se ha propuesto una ruta de transformación para una minería más limpia, que incluye la incorporación de la electromovilidad, la eficiencia energética y el fomento de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) (CEPAL, 2019).

En relación a la adaptación, la minería chilena ha implementado diversas acciones como la evaluación del riesgo climático y la elaboración de planes de adaptación en sus operaciones, la instalación de fuentes alternas de agua continental o el reforzamiento de su infraestructura ante aluviones o marejadas. Sin embargo, es crucial prevenir acciones de maladaptación, es decir, aquellas medidas que, en lugar de reducir la vulnerabilidad al cambio climático, terminan aumentando el impacto del riesgo climático, ya sea en el presente o en el futuro. Estas acciones pueden resultar de una planificación inadecuada que no considere los efectos a largo plazo, las interacciones del sistema climático, o las condiciones socioeconómicas y ambientales específicas, incrementando la exposición a riesgos futuros o creando nuevas vulnerabilidades. Ejemplo de acciones de maladaptación en minería podrían ser la promoción de la minería en localizaciones de alto riesgo climático, implementación de acciones de adaptación que generen mayores emisiones de GEI, el desplazamiento del riesgo aguas abajo o la reducción de incentivos para la adaptación (Barnett y O'Neill, 2010).

Un caso concreto de maladaptación podrían ser las plantas desalinizadoras de agua de mar, ya que, si no se implementan correctamente, podría generar un aumento de emisiones debido a la electricidad requerida para su operación o por la impulsión del agua desalinizada. Además, existen posibles impactos ambientales, como el aumento de la salinidad en los puntos de descarga y la vulnerabilidad de las plantas desalinizadoras costeras al aumento del nivel del mar, así como la posible disminución del incentivo para mejorar la eficiencia hídrica y aumentar la demanda energética, lo que tendría consecuencias a nivel de producción.

Dadas las razones expuestas anteriormente, la minería chilena juega un papel relevante en la lucha contra el cambio climático. Su compromiso con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, junto con la implementación de prácticas más sostenibles, es fundamental para disminuir los impactos del cambio climático.

2.3. Definiciones estratégicas de cambio climático y políticas de desarrollo sectorial

Nuestro país cuenta con diversas leyes, tanto vinculadas al quehacer minero como a la protección ambiental, que regulan al sector. Estas regulaciones, junto con diversas políticas públicas y planes, proporcionan los lineamientos necesarios para el buen ejercicio de la minería en el país. Además, tanto las políticas como los planes presentan objetivos sectoriales que buscan asegurar una integración adecuada entre la minería y la adaptación y mitigación del cambio climático.

2.3.1. Marco Legal

Ley Marco de Cambio Climático (Ley N° 21.455): Establece un marco jurídico para abordar los desafíos del cambio climático, con el objetivo de alcanzar y mantener la neutralidad de carbono y la resiliencia para el año 2050. Esta ley reconoce principios fundamentales como la no regresión, la progresividad, el enfoque ecosistémico, la equidad y justicia climática, la territorialidad, la transparencia y la participación ciudadana en su aplicación. En cuanto a responsabilidades, los ministerios sectoriales, gobiernos regionales y municipios deben diseñar e implementar acciones y medidas de mitigación y/o adaptación al cambio climático. Esto implica que las instituciones a nivel nacional, regional y local deben colaborar para cumplir con los objetivos de la ley y promover un desarrollo bajo en emisiones de carbono, siendo el Ministerio del Medio Ambiente el líder de este proceso. Es importante señalar, que el artículo 17, señala una colaboración e incorporación con grupos vulnerables y la equidad de género, fomentando así la inclusión del rol femenino en los planes de mitigación y adaptación. Además, en relación con la ley 21.364, incluyendo el reglamento procedimental para la elaboración de los planes sectoriales de adaptación al cambio climático, se incluye al Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED) como Organismo técnico en cuanto a Gestión de Riesgo de Desastres.

Ley N° 21.364 “Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres”: Tiene como objetivo principal fortalecer las capacidades del país para prevenir y responder eficazmente a situaciones de emergencia y desastres, garantizando una gestión más eficiente y coordinada en estas circunstancias críticas.

Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300): Entre sus variadas disposiciones, esta ley establece normas y procedimientos para la evaluación de impacto ambiental de una amplia variedad de proyectos y actividades en Chile, no limitándose únicamente a la minería. Esta ley, en conjunto con la Ley Marco de Cambio Climático, exigen la consideración de los efectos del cambio climático en todas las operaciones que puedan impactar el medio ambiente, incluidas las actividades mineras. Así, garantiza que los proyectos mineros, al igual que otros proyectos, sean evaluados rigurosamente para mitigar sus impactos ambientales.

Código de Minería (Ley N° 18.248): Regula la concesión de derechos mineros y puede influir en la forma en que las empresas mineras abordan los desafíos del cambio climático.

2.3.2. Políticas y planes

Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) y sus medios de implementación: Instrumento donde se han definido los lineamientos generales de largo plazo a nivel sectorial para enfrentar los desafíos del cambio climático, con un horizonte a 30 años (Gobierno de Chile, 2021). Su objetivo principal es avanzar a un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones, y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático. Lo anterior, también considerando sus medios de implementación a nivel de financiamiento, capacidades y transferencia.

Política Nacional Minera 2050 (PNM2050): Política estratégica de largo plazo que establece una visión compartida y transversal para la industria minera chilena, con el objetivo de generar un modelo de desarrollo más sustentable (Ministerio de Minería, 2022).

Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC): Consiste en un compromiso que el país asumió en el marco del Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. La NDC de Chile establece objetivos y medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse al cambio climático.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: Establece el marco conceptual y los lineamientos para la adaptación a los efectos del cambio climático a largo plazo. Este plan articula los planes sectoriales de adaptación en sectores prioritarios como Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura, Salud, Servicios de Infraestructura, Ciudades, Energía, Turismo y Recursos Hídricos. Se enmarca dentro del compromiso de Chile en el ámbito climático, incluyendo la reducción de la intensidad de emisiones de CO₂, promoción de energías renovables no convencionales, reforestación y otros pilares como adaptación, desarrollo de capacidades, desarrollo y transferencia de tecnologías y financiamiento.

2.3.3. Objetivos sectoriales sector minería

A continuación, se presentan los objetivos sectoriales tanto para las medidas de mitigación como de adaptación abarcadas en ECLP (2021), PNM2050 (2022).

Objetivos ECLP

Según la Estrategia Climática a Largo Plazo, los objetivos para el sector minería son:

- Desarrollar estrategias y/o proyectos de manera colaborativa, fomentando la participación directa de comunidades aledañas y pueblos indígenas.
- Minimizar los efectos ambientales armonizando el desarrollo de la actividad minera con el medio ambiente, impulsando proyectos para reducir el uso de agua dulce fresca en las operaciones mineras y soluciones basadas en la naturaleza para adaptarse al cambio climático.
- Minimizar, abordar y gestionar los impactos generados por los relaves activos, abandonados y críticos de la actividad minera.
- Estar a la vanguardia en la mitigación al cambio climático impulsando el suministro basado en fuentes de energías renovables, y promoviendo la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) para el uso de tecnologías bajas o neutras en emisiones.
- Incorporar criterios de adaptación y riesgo al cambio climático en el diseño y operación de las faenas mineras con un foco multidisciplinario y local (considerando toda la infraestructura necesaria: faenas de alta montaña y en borde costero).
- Liderar el modelo de economía circular con un foco en el desarrollo de soluciones locales, reutilización de residuos e infraestructura y uso eficiente de recursos.

Objetivos PNM2050

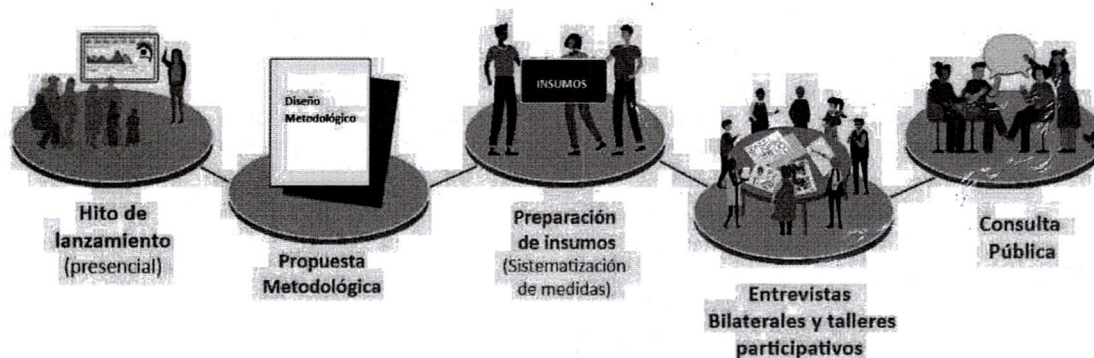
Según la Política Nacional Minera 2050, los objetivos para el sector minería son:

- Ser líder mundial en la producción sustentable de minerales, fomentando una economía mundial baja en carbono y protegiendo la salud de las personas y el ambiente.
- Generar una industria de encadenamientos a la vanguardia en innovación y desarrollo.
- Incrementar la productividad sustentable y competitividad de la industria minera.
- Contar con empleos de calidad, inclusivos y con altos estándares en seguridad.
- Desarrollar proyectos de manera colaborativa con las comunidades y pueblos indígenas.
- Liderar el modelo de economía circular a través de la reutilización de residuos y uso eficiente de recursos.
- Liderar la adaptación y mitigación al cambio climático, logrando la neutralidad de carbono del sector al 2040.
- Minimizar los efectos ambientales armonizando el desarrollo de la actividad minera con el medio ambiente.
- Contar con una institucionalidad moderna, transparente y eficiente, velando por el desarrollo de la industria en beneficio del país.
- Promover la valorización de la minería por parte de la sociedad.
- Potenciar el marco de fomento orientado a la sustentabilidad de la pequeña y mediana minería, aprovechando la riqueza del país.
- Fortalecer a empresas estatales como Codelco y Enami para que sean referentes a nivel internacional

2.4. Proceso de elaboración del plan: etapas e hitos relevantes

El proceso de elaboración del Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería comenzó con un hito de lanzamiento el 19 de octubre de 2023, coordinado por el Ministerio de Minería. A continuación, se desarrolló una propuesta metodológica para el proceso participativo y se inició la revisión de documentos relevantes. Esto dio paso a un proceso participativo que incluyó entrevistas bilaterales, tres talleres virtuales públicos y un taller con expertos. Durante este proceso, participaron expertos, ciudadanos y profesionales del ámbito minero y medioambiental (ver **Tabla 1**).

Figura 1: Esquema del proceso participativo



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se aprecian los resultados de la participación en las cuatro instancias consideradas.

Tabla 1. Visión global de la participación en talleres

Taller	Fecha	Objetivo	N° de participantes	Mujeres	Hombres
1	15/01/24	Revisión de medidas y propuestas de acciones adicionales	156	43%	57%
Expertos	23/01/24	Priorización de medidas por un grupo de expertos en la materia con base en criterios técnicos.	51	50%	50%
2	25/01/24	Priorización de medidas multiactor e identificación de brechas de implementación	74	49%	51%
3	30/01/24	Identificar fuentes de financiamiento y actividades habilitantes	89	58%	42%

Fuente: Elaboración propia

En términos generales, el proceso contó con una buena participación de actores del sector público, privado, sociedad civil y academia. Todos los insumos proporcionados por los asistentes fueron considerados valiosos y se integraron en la elaboración del anteproyecto del Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería.

3. Diagnóstico sectorial de cambio climático

3.1. Análisis sectorial de emisiones

3.1.1. Categorías del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero asignadas al sector

El inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) es un instrumento fundamental para monitorear y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a los compromisos internacionales asumidos por el país en materia de reducción de emisiones. Además, este inventario es parte de los esfuerzos nacionales para alcanzar la neutralidad de emisiones a más tardar el año 2050, según lo establecido por la LMCC.

El presupuesto de emisiones de GEI¹ para el periodo 2020-2030 asignado al Ministerio de Minería en la actual Estrategia Climática de Largo Plazo es de 174,1 MtCO_{2eq}. A nivel país, Chile comprometió en su NDC de 2020 un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 MtCO_{2eq} entre el 2020 y 2030, con un máximo de emisiones (*peak*) al 2025, y a alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO_{2eq} al 2030. Este presupuesto constituye la suma de las emisiones anuales de cuatro componentes del INGEI entre 2020 y 2030: generación de electricidad del sector minería, minería y cantería, producción de cal y producción de ácido nítrico. La descripción de cada categoría se presenta en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Descripción de las categorías del INGEI imputadas al sector minería en la ECLP

Código INGEI	Categoría	Subcategoría	Componente/ Subcomponente	Descripción del componente (MMA, 2020)
1.A.1.a.i	Sector energía	Industrias de la energía	Producción de electricidad y calor como actividad principal/ Generación de electricidad (sector minería*)	Incluye las emisiones de GEI que resultan del uso de electricidad del sector minería. El factor de emisiones considerado es el del Sistema Eléctrico Nacional y no toma en cuenta los contratos de energía renovable propios del sector.
1.A.2.i		Industrias manufactureras y de la construcción	Minería (con excepción de combustible) y cantería	Incluye las emisiones de la minería que se desarrolla en Chile (excepto la carbonífera) incluyendo la explotación, extracción y los procesos metalúrgicos asociados.
2.A.2	Sector procesos industriales y uso de productos (IPPU)	Industria de los minerales	Producción de cal	Emisiones de CO ₂ relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de Cal
2.B.2		Industria química	Producción de ácido nítrico	Emisiones de GEI que resultan de la producción ácido nítrico. La experiencia de varios países ha confirmado que contribuyen significativamente a los niveles de emisión mundial de GEI.

Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2020)

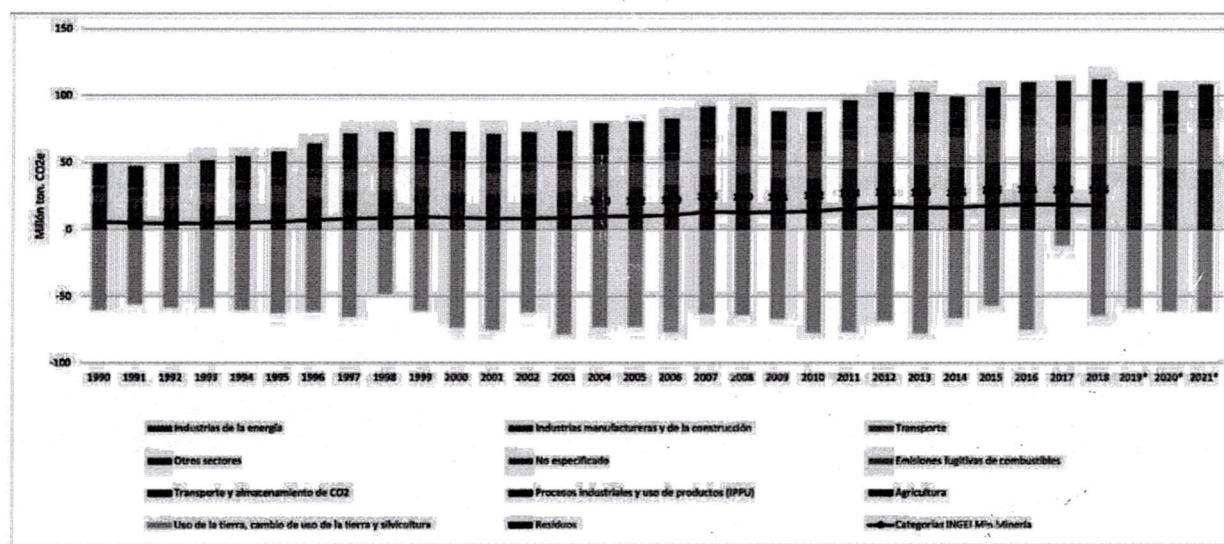
Cada una de las categorías es estimada en los procesos de actualización del INGEI que ocurren durante la elaboración de los Informes Bienales de Actualización (IBA) de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En particular, la metodología utilizada para las estimaciones sigue las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

¹ Cantidad máxima de emisiones de GEI acumuladas que se pueden emitir en un periodo determinado.

3.1.2. Emisiones históricas y proyectadas

Históricamente, la participación de las categorías imputadas al Ministerio de Minería en la ECLP ha representado entre un 9,8% y 17,4% de las emisiones nacionales de GEI. Como se observa en la **Figura 3**, estas emisiones sectoriales han aumentado de 6,2 millones de toneladas de CO_{2eq} en 1990 a 18,5 millones de toneladas de CO_{2eq} en 2018. En el periodo 2008-2018 el sector emitió 181,4 millones de toneladas de CO_{2eq}, lo que representa 4,2% más emisiones que el presupuesto entregado para el periodo 2020-2030 en la ECLP.

Figura 2: Emisiones INGEI por sector nacional y emisiones asociadas a las categorías imputadas al Ministerio de Minería (en rojo).



(*) Años 2019, 2020 y 2021 corresponden a la estimación de emisiones sectoriales del Observatorio Nacional de Carbono Neutralidad de (CR) y Centro de Energía (2022).

Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2020) y CR² y Centro de Energía (2022).

Los componentes que representan las mayores emisiones del sector son la generación eléctrica y las emisiones directas de la minería y cantería. En cuanto al primero, cabe destacar que las emisiones del INGEI imputadas al sector minería consideran parte de las emisiones derivadas de las actividades de generación eléctrica del país y no de los individuales derivados de contratos de suministro con fuentes renovables que mantienen diversas empresas mineras.

Del total de emisiones de GEI generados por la minería, el mayor porcentaje proviene de la industria del cobre. Según (COCHILCO, 2021), en 2020² las emisiones de alcance 1³ y alcance 2⁴ de la minería del cobre sumaron 16,36 millones de toneladas CO_{2eq}, lo que corresponde al 88,4% de las emisiones de GEI imputadas al Ministerio de Minería el mismo año.

Para tener una perspectiva más actualizada, durante el año 2022, la minería del cobre registró emisiones de GEI por un total de 14,56 millones de toneladas de CO_{2eq}, de las cuales, el 44% fueron directas y el 56% correspondieron a emisiones indirectas (COCHILCO, 2023b). Esto representa una reducción de un 14% en relación a 2020, lo que se atribuye principalmente al consumo de electricidad. Dentro de la minería del cobre, el proceso que genera la mayor cantidad de emisiones de alcance 1 es la extracción en mina de rajo abierto, representando un 80% de las emisiones directas. Por otro lado, las mayores emisiones de alcance 2 provienen de la concentración del mineral, abarcando un 53% de las emisiones indirectas.

La **proyección de emisiones** del sector tiene directa relación con las potenciales variaciones en la demanda de minerales y la implementación de medidas relativas a los compromisos nacionales. La Planificación Estratégica de Largo Plazo 2023-2027 (PELP) del Ministerio de Energía, proyecta emisiones directas para los diversos sectores del país en función de tres escenarios:

² A pesar de que Cochilco cuenta con datos de emisiones más recientes, dado que se quiere hacer una comparación a nivel nacional se utiliza el 2020 ya que es el último INGEI disponible

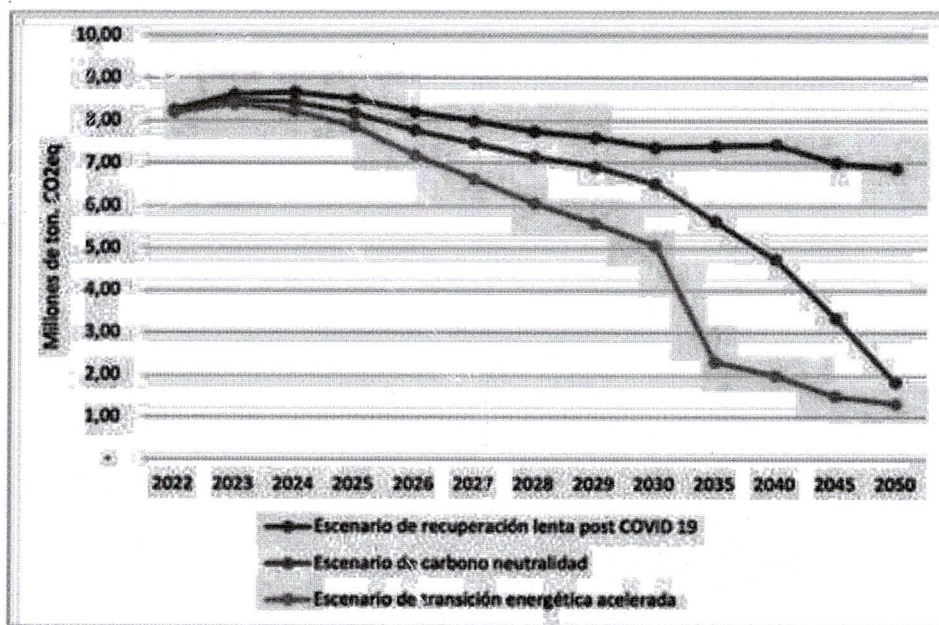
³ Emisiones directas que resultan de las operaciones de una empresa. En el caso de la minería, corresponde principalmente a la quema de combustible al interior de la faena.

⁴ Emisiones indirectas generadas por la generación de electricidad consumida por el sector.

- **Carbono neutralidad (CN):** Existen mejores condiciones económicas a nivel mundial y local. Se adoptan nuevas tecnologías que permiten alcanzar mayores niveles de penetración de la electromovilidad y de medidas de eficiencia en los sectores productivos, de la mano del desarrollo de la industria del hidrógeno verde.
- **Recuperación lenta post COVID-19 (RL):** El impacto de la pandemia del COVID-19 se traduce en una ralentización de la transición energética. Se priorizan acciones que apuntan a mejorar la calidad de los servicios y que tienen un impacto directo en las personas. En particular, los esfuerzos apuntan a mejorar la calidad del aire en las ciudades regulando el uso de la leña y aplicando medidas de eficiencia energética en viviendas. Se implementan todas aquellas medidas que se desprenden de la Estrategia de Electromovilidad y de la Ley de Eficiencia Energética.
- **Transición energética acelerada (TEA):** Se transita progresivamente hacia alternativas de calefacción como el recambio de calefactores, la energía distrital y la aislación térmica de las viviendas. Además, el masivo despliegue de energías renovables en el sistema eléctrico, de la mano de la incorporación de soluciones de almacenamiento, habilita que se electrifiquen consumos en todos los sectores de la economía. Finalmente, se profundiza la integración de electromovilidad y se desarrolla ampliamente la industria de producción de hidrógeno verde y de combustibles sintéticos.

En la PELP 2023-2027, el sector minería se subdivide en minería del cobre, salitre, hierro y minas varias. La proyección de las emisiones directas de la minería bajo los tres escenarios se presenta en la **Figura 3**. Como se observa, las emisiones directas del sector bajo los escenarios TEA y CN son menores a 7 millones de toneladas de CO_{2eq} al 2030, llegando a dos millones de toneladas de CO_{2eq} al 2050. Bajo el escenario de recuperación lenta post COVID-19, las emisiones ascienden a 7,4 y 6,9 millones de toneladas de CO_{2eq} al 2030 y 2050, respectivamente.

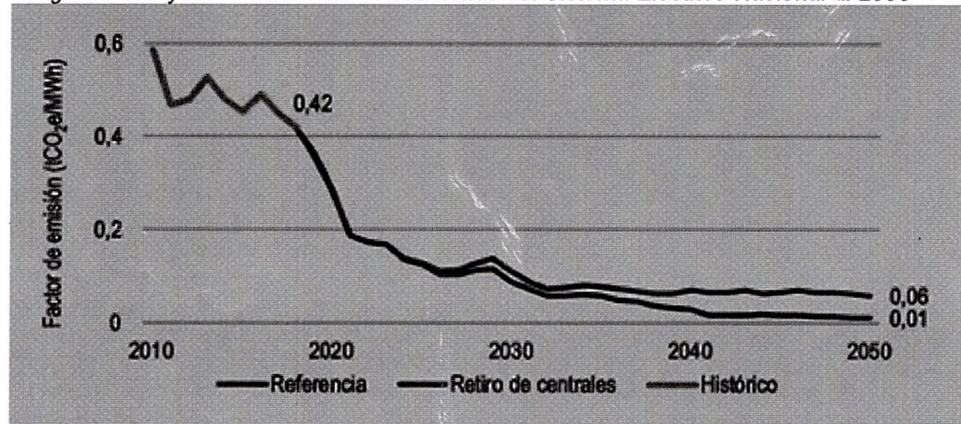
Figura 3. Emisiones directas del sector minería proyectadas bajo distintos escenarios.



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Energía (2021)

Respecto de las emisiones asociadas a la generación eléctrica demandada por el sector minero, se estima que en el futuro el uso de energía aumente debido al aumento de la electrificación de sus procesos, incremento en la profundidad de los yacimientos y dureza de la roca, el aumento de procesos de desalinización y/o impulsión del agua de mar, el crecimiento de la industria y el decrecimiento de las leyes de minerales (Kracht & Salinas, 2021). Cochilco menciona un aumento del 31% en el consumo eléctrico de la minería del cobre entre 2021 y 2032 **Figura 4** muestra la proyección del factor de emisión bajo un escenario de referencia y un escenario de carbono neutralidad asociado al retiro de las centrales a carbón. Como se observa, al 2030 se espera que el factor de emisión del SEN sea 0,1 tCO_{2eq}/MWh aproximadamente, valor notablemente menor a las 0,41 tCO_{2eq}/MWh del promedio anual de 2021 (Ministerio de Energía, 2022).

Figura 4: Proyección del factor de emisiones del Sistema Eléctrico Nacional al 2050



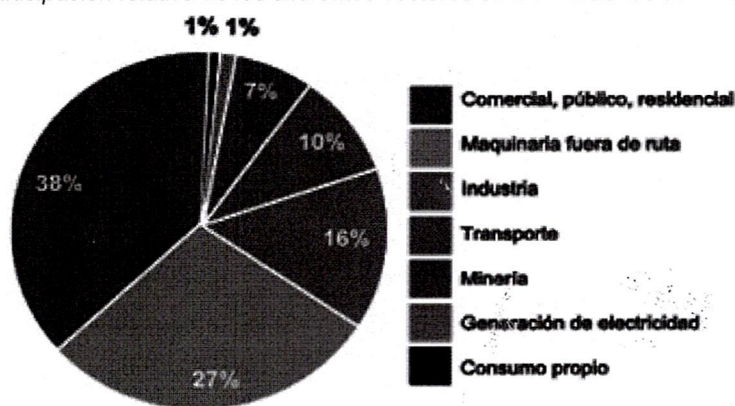
Fuente: Ministerio de Energía (2020)

La Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile no solo establece metas de reducción de GEI en línea con los objetivos de carbono neutralidad del país, también define metas específicas de reducción de **carbono negro** como forzante climático de vida corta. En la última actualización de la NDC de Chile, el país se comprometió a una reducción de al menos un 25% de las emisiones de carbono negro al 2030 respecto del 2016. En relación con esta temática, Gallardo et al. (2020) estiman que en 2016 el sector minería representó un 7% de las emisiones de carbono negro del país, equivalente a 0,7 kton de carbono negro.

Las emisiones nacionales proyectadas de **carbono negro** dependerán fuertemente de las medidas de acción implementadas en los diversos sectores del país (Figura 5). Según reportes del CR2 (2020), se proyectan emisiones en función de los siguientes tres escenarios:

- **Políticas actuales:** Considera medidas de mitigación que afectan los consumos de energía y se encuentran en implementación o en fase de planificación.
- **Carbono neutralidad:** Considera las medidas de mitigación incluidas en la última actualización de la NDC.
- **Carbono neutralidad +:** Contempla las medidas del escenario de carbono neutral y dos adicionales. Estas son la calefacción distrital y aplicación de una norma de emisión más exigente que la actual para la maquinaria fuera de ruta.

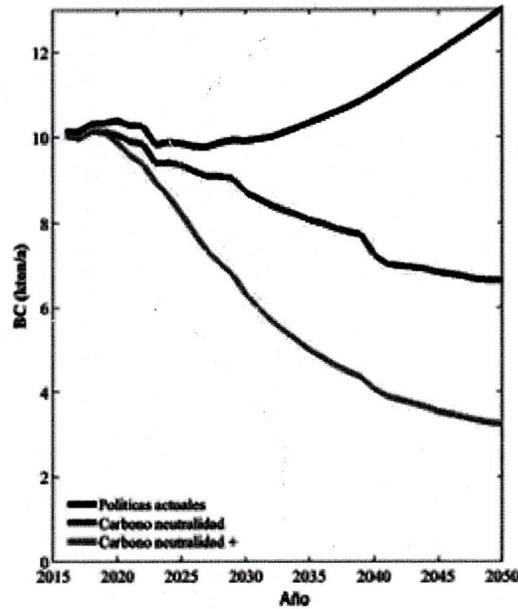
Figura 5: Participación relativa de los diferentes sectores en las emisiones de carbono negro en 2016



Fuente: CR2 (2020)

Como muestra la Figura 6, las emisiones nacionales proyectadas de carbono negro muestran diferencias significativas al 2050 dependiendo del escenario. En particular, la diferencia entre el escenario de políticas actuales y carbono neutralidad es de aproximadamente 10 kilotoneladas anuales al 2050.

Figura 6: Trayectorias de carbono negro entre 2016 y 2050 considerando políticas actuales (negro), carbono neutralidad (azul) y carbono neutralidad+ (verde)



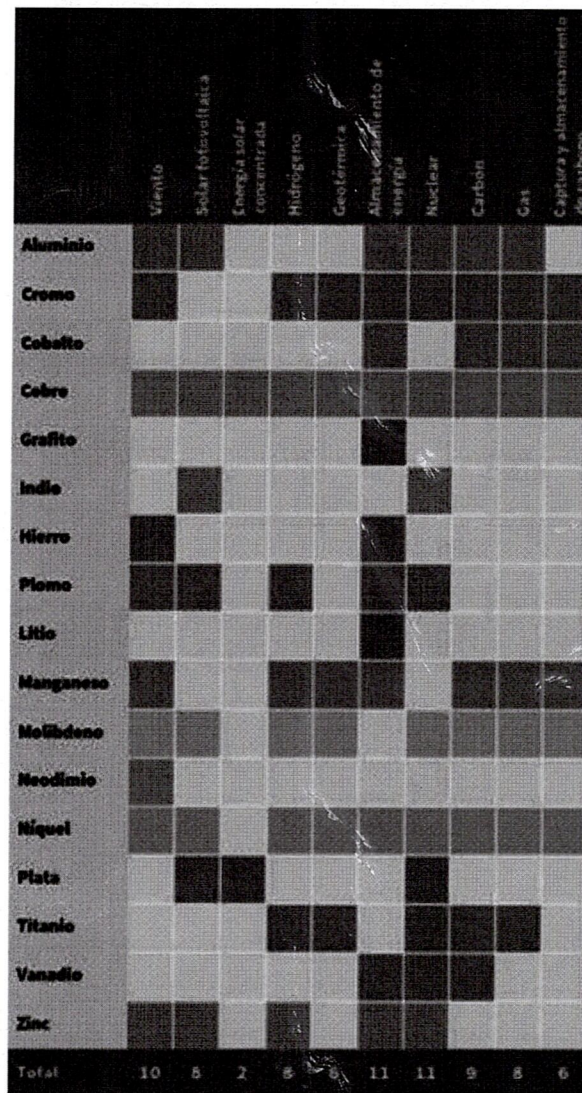
Fuente: Gallardo et al. (2020)

3.1.3. Factores que determinan las emisiones

Las emisiones del sector minería son sensibles a diversas variables. Entre los factores que afectan el nivel de actividad se encuentran:

- Demanda de minerales metálicos y no metálicos:** La demanda de minerales metálicos y no metálicos tiene un impacto directo en la producción y actividad del sector minero. A medida que esta demanda aumenta, se incentiva la producción, elevando la actividad en el sector. Una de las principales medidas para lograr el carbono neutralidad es la transformación de la matriz energética hacia una basada en energías renovables. Según el Banco Mundial (2020), esta transición hacia tecnologías limpias será más intensiva en uso de minerales en comparación con la generación de electricidad a base de combustibles fósiles. La **Figura 7** muestra un mapa de los diferentes minerales necesarios para desarrollar diversas tecnologías de generación bajas en carbono. Chile posee yacimientos de ocho de estos minerales y cuenta con las mayores reservas de cobre y litio (COCHILCO, 2018). Como resultado, se proyecta que la minería chilena enfrentará un aumento significativo en la demanda para satisfacer la necesidad mundial de energía renovable (Kracht & Salinas, 2021). Las consecuencias de este aumento de demanda en las emisiones nacionales de GEI dependerá de diversos factores, especialmente de las medidas que se tomen durante la próxima década respecto de la transición en el uso de combustibles (especialmente el diésel) y la transformación de la matriz energética. Un aumento en la demanda de minerales sin una transición adecuada a una economía baja en carbono resultaría en un incremento de las emisiones sectoriales.

Figura 7: Mapa de minerales necesarios para el desarrollo de tecnologías de generación bajas en carbono



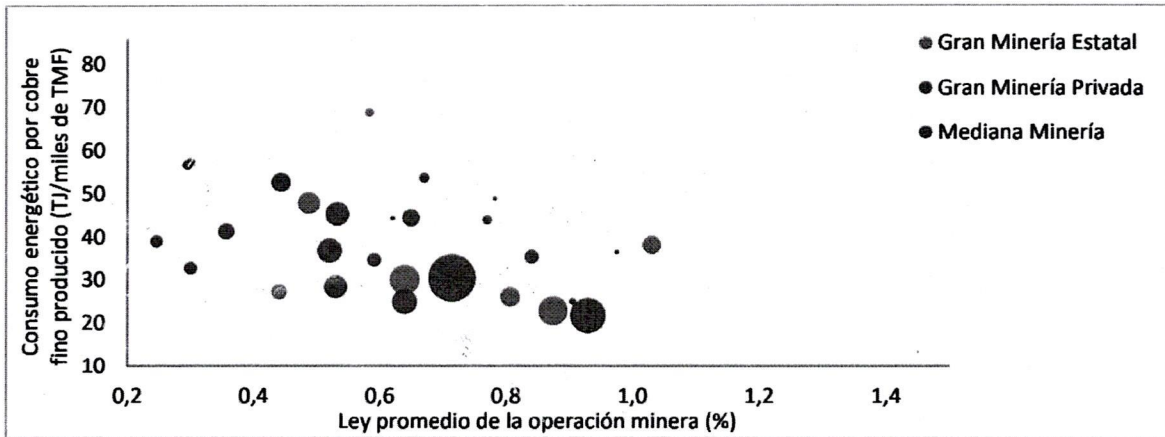
Fuente: The World Bank (2017)

La proyección de los porcentajes de la demanda ha ido variando en los últimos años debido a la actualización del alcance y escenarios considerados. Por su parte, la última proyección disponible, realizada por S&P Global (2022), estima que la demanda total de cobre se duplicará al 2050. Esta diferencia se debe a que se consideran otros usos del cobre y no solo el requerido para la transición energética. Además, el contexto global ha cambiado bastante en los últimos años y se consideran nuevos escenarios futuros para proyectar el crecimiento de la demanda del cobre.

Ley de los minerales: El consumo de energía del sector también depende de la ley de los minerales. sea medida que la ley del mineral disminuye, se requiere mayor energía para obtener una tonelada de mineral. Esto se debe a que las menores leyes obligan a aumentar el volumen de extracción, lo que incrementa el nivel de actividad. Esto implica un mayor consumo de combustibles para maquinaria y camiones de transporte, así como un incremento del consumo de electricidad debido a mayores requerimientos de agua, entre otros factores.

Un ejemplo de esta relación es el que se presenta en la **Figura 8** para la minería del cobre. Según esta figura, en 2022 las operaciones mineras con mejores leyes de explotación presentaron menores niveles de consumo de energía por producción de cobre, y viceversa.

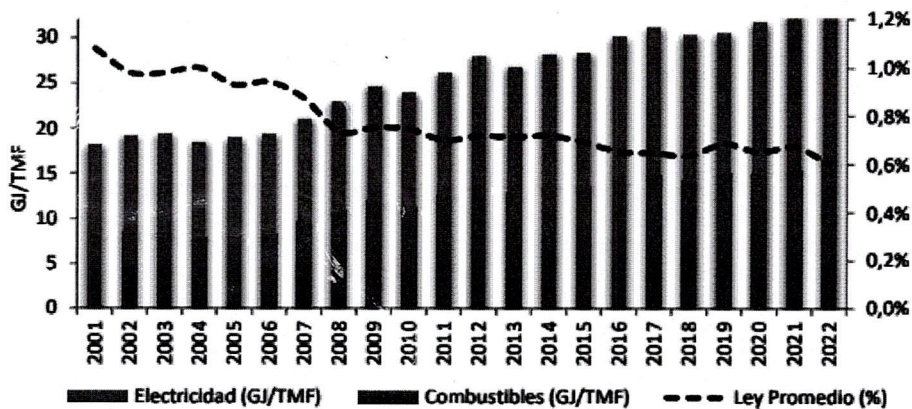
Figura 8: Consumo energético por cobre fino producido y ley promedio del mineral por operación minera, 2022



Fuente: (COCHILCO, 2023c)

Actualmente, el fenómeno de disminución de la ley del mineral es un problema estructural de la minería chilena, proviene del envejecimiento de las minas y aumento de la dureza de la roca disponible. Las empresas han tenido que aumentar los volúmenes de extracción para lograr mantener los niveles de producción, lo que resulta en mayores emisiones sectoriales. Un ejemplo de esta tendencia es el que se presenta en la **Figura 9**, donde se ilustra la relación inversa entre la evolución del consumo unitario de energía y la ley promedio anual del mineral desde el 2001 al 2022.

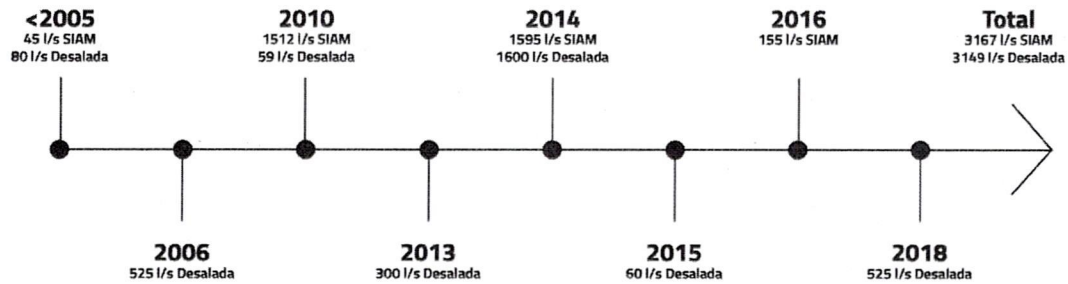
Figura 9: Evolución del consumo unitario de energía y leyes a nivel nacional, 2001-2022



Fuente: (COCHILCO, 2023c)

- **Distancia de acarreo:** Las minas, en particular aquellas de rajo abierto, han envejecido y con ello se han iniciado nuevas fases de explotación, aumentando las distancias de acarreo de material. Este problema estructural, que se proyecta en el tiempo, incrementa el requerimiento de combustibles y del nivel de actividad del sector (Fundación Chile, 2016). Sin la debida transformación sectorial a sistemas de transporte bajos en carbono, esta situación podría incrementar las emisiones sectoriales.
- **Cambios tecnológicos:** La desalinización es un proceso que ha aumentado en la minería chilena debido a la escasez hídrica que enfrentan diversos territorios y los conflictos socioambientales que derivan de los diferentes usos del agua. Su implementación incrementa el consumo de energía debido a la electricidad usada en el proceso, las grandes distancias de transporte del agua y las diferencias de altitud entre los puntos de captación y de uso.

Figura 10: Aumento de la capacidad instalada (por año y acumulada) de agua de mar para uso en minería en los últimos años



Fuente: EY & CPC (2020)

*SIAM= Sistema de Impulsión de Agua de Mar sin Desalar.

En general, según cifras reportadas en 2023 por Minería Chilena (Mch), en la minería se proyecta un aumento en la demanda de agua y un incremento en la capacidad instalada de desalinización para los próximos años. En particular, en la minería del cobre se estima que la demanda del agua superará los 21,4 metros cúbicos por segundo, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2%. Por otro lado, se proyecta que la demanda de agua de origen continental para 2033 será de 6,15 metros cúbicos por segundo, lo cual representa una disminución del 45% respecto al consumo real de agua continental en la minería de cobre en 2021.

- **Precio internacional de los minerales metálicos y no metálicos:** El precio internacional de los minerales es volátil y varía en función de su demanda –dependiente a su vez de las dinámicas financieras internacionales y las tendencias tecnológicas– y la oferta –dependiente principalmente de las dinámicas nacionales. En general, un aumento en los precios de los minerales provoca un aumento en la producción del sector, pero no siempre es el caso. Las tendencias históricas en términos de precio y producción varían según el mineral, como demuestran los datos relación producción/precio del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) (2022). Por ello, si bien el precio puede ser un indicador de producción a corto plazo, las proyecciones del nivel de actividad y efecto en las emisiones del sector son menos directas.

Por otro lado, los principales factores que afectan la **tasa de emisión** son los siguientes:

- **Factor de emisión de GEI de la matriz de generación eléctrica nacional:** En el periodo 2008-2018, entre un 54 y 60% de las emisiones totales en la minería del cobre resultaron del consumo de electricidad de diversas actividades del sector (Cochilco, 2019). Dichas emisiones son directamente proporcionales a la intensidad de emisiones de la matriz de generación eléctrica nacional, razón por la cual es uno de los principales factores que afectan la tasa de emisión de la minería. Por ejemplo, la conexión del Sistema Interconectado Central con el Sistema Interconectado del Norte Grande, que en 2017 dio paso al Sistema Eléctrico Nacional, significó una disminución sustantiva de las emisiones sectoriales dada la disminución del factor de emisión de la red. Por su parte, las proyecciones estiman que el aumento de la participación de las energías renovables disminuirá sustantivamente el factor de emisión de la matriz en los próximos años. Así, también se proyecta que las emisiones por unidad de volumen de mineral extraído disminuyan.
- **Nivel de electrificación de los procesos mineros:** El nivel de electrificación de los procesos mineros, como el uso de camiones eléctricos para el transporte de material y personas, afecta la tasa de emisión del sector, dado que, de acuerdo con la configuración de la matriz de generación eléctrica actual, el uso de electricidad resulta en menores emisiones que el uso de energéticos, como el diésel o carbón. El efecto del nivel de electrificación en las emisiones sectoriales será mayor en la medida en que el factor de emisiones de la matriz disminuya.

3.1.4. Otras políticas con impacto en la implementación de medidas de mitigación sectorial

Existen instrumentos que establecen medidas en materia de mitigación, adaptación e integración que han sido asignadas al Ministerio de Minería –o alguna de sus instituciones asociadas– con un papel de líder o involucrado. La **Tabla 3** presenta un resumen de estas medidas y el tipo de responsabilidad asignada al Ministerio (o su representante regional). Cabe destacar que la ECLP asigna dos tipos de responsabilidad frente a la implementación: líder o involucrado. Adicionalmente, en el grado de involucrado establece niveles de involucramiento que van desde el 1 al 4, siendo el 1 el nivel más bajo.

Tabla 3: Metas con algún grado de responsabilidad asignada al Ministerio de Minería.

Instrumento	Medida	Rol
Estrategia Climática de Largo Plazo	Sistemas de gestión de energía (nivel 2)	Involucrado nivel 2
	Estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS) para motores de hasta 100 HP	Involucrado nivel 2
	Electrificación motriz - resto minería (nivel 3)	Involucrado nivel 3
	Electrificación motriz - minería cobre (nivel 3)	Involucrado nivel 3
	Usos motrices en industria y minería - Hidrógeno (nivel 2)	Involucrado nivel 2
	Sistema Solar Térmico (SST) industria y minería (nivel 2)	Involucrado nivel 2
	Bombas geotérmicas de calor (nivel 1)	Involucrado nivel 1
	Calefacción distrital (nivel 1)	Involucrado nivel 1
	Electrificación térmica (nivel 2)	Involucrado nivel 2
Plan de Acción Nacional de Cambio Climático	AME1: Medida Habilitante para reducir el consumo de energía – implementación de herramientas de gestión energética	Corresponsable
	AME14: Medida Habilitante para reducir el consumo de energía – generación de capital humano necesario para el desarrollo del mercado ESCO	Colaborador
	MI9: Analizar la línea de base sobre gasto e inversiones en tecnología	Corresponsable
	MI10: Identificar necesidades y establecer prioridades tecnológicas para el cambio climático	Corresponsable
	MI28: Definir la posición nacional de Chile respecto de la CMNUCC y otras instancias internacionales (IPCC, OCDE, etc.) en materia de cambio climático	Corresponsable
Plan de Acción Regional de O'Higgins	M-M2: Implementación de medidas de eficiencia energética en procesos	Corresponsable
	M-M1: Equipos mineros cero emisiones	Corresponsable
	A-M2: Asegurar abastecimiento, disponibilidad y gestión eficiente del recurso hídrico	Responsable
	A-M1: Resiliencia ante eventos hidrometeorológico e incendios forestales	Responsable
	A-M3: Promoción de sinergias con partes interesadas para mejorar gestión integrada de las operaciones minera	Responsable
Plan de Acción Regional de Atacama	M-M2: Implementación de medidas de eficiencia energética en procesos de la minería	Asociado
	M-M1: Equipos mineros cero emisiones	Responsable
	M-M3: Promover el uso de energías renovables en la industria minera	Asociado
	A-M2: Adaptación al cambio climático en el diseño y operación de faenas mineras	Corresponsable
	A-M1: Identificación de infraestructura crítica del sector minero que debe adaptarse ante efectos del cambio climático	Corresponsable
Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero Sector Energía	Paquete de medidas "Eficiencia Energética (EE) en la Industria y Minería" que tiene por objetivo buscar fomentar mejoras en EE en el sector industrial y minero	Relevante (participar del desarrollo de la normativa asociada a EE)
	Paquetes de medidas "Incrementar el Uso de tecnologías de bajas emisiones" y "Apoyo a la implementación de tecnologías bajas en carbono"	Relevante (participar de la definición de los apoyos financieros necesarios)
Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático	M5: Generar programas de protección del territorio frente a lluvias intensas	Colaborador (SERNAGEOMIN)
Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	Ficha N°31: Conservación de humedales de turberas	Colaboradores
	Ficha N°35: Caudal ecológico	Colaboradores
Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades	Medida 1: Perfeccionar la identificación del riesgo en las distintas escalas de planificación territorial	Colaboradores (SERNAGEOMIN)

Fuente: Elaboración propia

Otros instrumentos reconocen al Ministerio de Minería como actor clave en la implementación de estrategias y líneas de acción. Por ejemplo, la Política Energética de Chile (Ministerio de Energía, s.f.b) establece como lineamientos el "formular un mercado robusto de consultores y empresas de servicios energéticos" (Lineamiento

28, p. 115) e "implementar progresivamente herramientas de gestión energética validadas por entidades competentes" (Lineamiento 29, p. 116) y describe como actor al Ministerio de Minería.

3.2. Evaluación de impactos y vulnerabilidad de riesgos

3.2.1. Vulnerabilidad e impactos en las operaciones mineras

a) Impactos vinculados al uso de recurso hídrico

El agua es un insumo esencial para la operación minera, presente en todas las etapas del proceso, desde la exploración hasta el procesamiento de minerales. La escasez de agua, intensificada por el cambio climático, representa un riesgo significativo para la sostenibilidad y rentabilidad de la industria minera. Los impactos potenciales incluyen la paralización de operaciones y la disminución de la productividad si el agua se convierte en un recurso limitante.

Aunque se espera una mejora en la eficiencia de los procesos mineros, se proyecta que la demanda total de agua aumente o al menos se mantenga constante en el futuro, debido al crecimiento anticipado en la demanda de minerales. Según el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, aproximadamente un cuarto del déficit de precipitación durante la megasequía⁵ es atribuible al cambio climático antrópico (CR2, 2015). En un futuro cercano, esta condición continuará, lo que resultará en una mayor incidencia de sequías, como la que estamos experimentando actualmente, y en un aumento en la aridificación⁶ de las regiones central y sur de Chile.

Por lo tanto, es crucial considerar los posibles efectos futuros de la escasez de agua en el sector minero en Chile, aunque estos aún no estén completamente definidos en términos de su alcance y magnitud.

Existen riesgos secundarios a tener en cuenta, como la competencia por el uso del agua, intensificada por la escasez hídrica, y la dependencia del recurso hidroeléctrico. En primer lugar, la competencia por el recurso hídrico con otros usuarios surge debido a la escasa disponibilidad de agua y la necesidad de este recurso para distintos fines. Las posibles consecuencias incluyen conflictos con comunidades locales, daños a la reputación y sanciones por parte de las autoridades. Además, esta situación afecta de manera diferencial tanto a las actividades productivas, así como a la calidad de vida y el bienestar de las familias. En segundo lugar, la dependencia del agua para la generación hidroeléctrica puede generar una disminución considerable en la producción minera si se enfrenta una escasez de agua.

b) Impactos vinculados a temperaturas extremas

Las altas temperaturas generadas por las olas de calor pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana, causando diversos problemas como daño en la piel, fatiga, deshidratación, mareos, confusión mental, calambres musculares y, en casos extremos, incluso la muerte (Mason, L et al., 2013).

De acuerdo con los diferentes escenarios climáticos RCP 8.5⁷ evaluados para la variable de olas de calor (mayores a 25°C, 28°C y 30°C), en Chile existirá un aumento en la probabilidad de ocurrencia de estos episodios en todo el territorio (Pica, et al., 2020). La Dirección Meteorológica de Chile (DMC) menciona que existe una tendencia lineal del índice de cambio climático para la variable "ola de calor", representado por el número de olas de calor por temporada, definida como tres días consecutivos o más con temperaturas máximas sobre el percentil 90. Se ha observado un aumento en este índice en algunas estaciones, que varía desde 0,1 hasta 1,6 (DMC, 2024).

En el ámbito minero, donde el control de la maquinaria de gran envergadura depende en gran medida de la intervención humana, las olas de calor plantean un desafío significativo en términos de seguridad. Estas condiciones pueden llevar a la paralización de las operaciones para evitar golpes de calor en los trabajadores y trabajadoras, así como a una disminución de la productividad al ralentizar las operaciones para garantizar la seguridad en el lugar de trabajo, lo que conlleva a pérdidas de ingresos. Por otro lado, los y las trabajadoras mineras que cumplen funciones en las etapas de exploración, detonación y transporte en regiones desérticas están expuestas a altas temperaturas y largas jornadas laborales, lo que agrava el riesgo de efectos adversos por el calor (Heal y Park, 2016).

Por otro lado, el aumento de temperaturas puede ocasionar problemas en la transmisión y componentes eléctricos, lo que puede llevar a la paralización de las operaciones o a una disminución de la productividad debido a

⁵ Déficit de precipitaciones cercano al 30% que ha experimentado Chile desde el año 2010 entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía

⁶ Proceso a largo plazo en el que una región se vuelve cada vez más árida

⁷ Escenario de alta concentración de GEI en que las emisiones continúan aumentando durante todo el siglo XXI (IPCC)

interrupciones eléctricas; lo que no solo provoca pérdida de ingresos, sino también gastos adicionales por el posible recambio de componentes, mantenimiento y reparaciones (Bartos *et al.*, 2016).

3.2.2. Vulnerabilidad e impactos en la infraestructura minera

a) Impactos vinculados a las precipitaciones extremas

Una de las principales amenazas en la industria minera es la precipitación intensa, que puede causar eventos extremos como inundaciones, remociones en masa y desborde de ríos, entre otros. Estos eventos afectan la infraestructura y otros activos de la minería, resultando en inundaciones en las vías de acceso y aluviones que ocasionan cortes de camino. Las consecuencias incluyen un aumento en los costos laborales y de reparación, reprogramaciones y pérdidas de ingresos debido a la interrupción de la producción, siendo este el riesgo más significativo. Estos impactos potenciales pueden aumentar los costos laborales, los gastos relacionados con reparaciones y reprogramaciones, así como las pérdidas de ingresos por la falta de producción (Mason *et al.*, 2013).

La consecuencia primordial de este riesgo es la suspensión de las operaciones, la cual puede ser implementada con el objetivo de resguardar la seguridad de los y las trabajadoras o prevenir daños a los activos y la infraestructura. Un efecto adicional se relaciona con las inundaciones en las vías de transporte, generando perturbaciones en la cadena logística de la industria.

Estos eventos ya han causado afectaciones en los últimos años. Según lo reportado por el banco BBVA y el Observatorio Económico de Chile en marzo de 2015, Codelco sufrió daños en diferentes plantas de su operación debido a los temporales que afectaron el norte del país (BBVA Research, 2015). Según esta información, entre las sedes afectadas, la división El Salvador de Codelco fue la más perjudicada, con una disminución en la producción de 6.500 toneladas y un periodo de 30 días para reparar los daños y volver a la normalidad. Además, las operaciones en Chuquicamata y Radomiro Tomic fueron cerradas temporalmente.

Otro evento similar sucedió con proyectos de la compañía Lundin Mining Corporation, que reportó la suspensión temporal de las operaciones de extracción y tratamiento en sus minas Candelaria y Ojos del Salado en la Región de Atacama, debido al frente de mal tiempo (BBVA Research, 2015). A inicios de 2019, intensas lluvias afectaron las minas de Chuquicamata y en Radomiro Tomic, obligando a un cierre temporal de la operación y resultando en pérdidas millonarias. Más recientemente, en junio de 2023, Codelco detuvo preventivamente sus operaciones de rajo abierto en la mina El Teniente y Andina debido a las precipitaciones extremas. Estos ejemplos demuestran el impacto significativo de las precipitaciones intensas en la industria minera.

Por otro lado, el aumento de precipitaciones también genera riesgos en la estabilidad de los depósitos o sistemas de conducción de relaves, lo que puede incrementar los gastos de monitoreo y disminuir la productividad debido a la paralización de las operaciones por filtraciones o colapsos, resultando en pérdida de ingresos. Además, puede generar la dilución del producto en lagunas concentradoras, lo que aumenta los gastos para la evaporación del exceso de líquido.

La inestabilidad física puede ocurrir cuando el volumen de agua acumulado en la contención del relave excede los rangos para los cuales fue diseñada la estructura, generando un peligro de rebalse, rotura o filtración. Por otro lado, la estabilidad química se asegura previniendo, evitando o eliminando la reacción química que causa acidez. Para lograr esto, se debe evitar el contacto del agua con los residuos generadores de ácidos presentes en los relaves y garantizar que los relaves no liberen elementos o compuestos químicos al ecosistema circundante, ni por transporte aéreo ni por disolución hacia aguas subterráneas o superficiales.

Los impactos asociados a la inestabilidad física o inestabilidad química incluyen el aumento de gastos en mantenimiento o modificaciones de las estructuras contenedoras, la contaminación en aguas y tierras cercanas por rebalse de relave, la afectación de la flora y la fauna y el riesgo para la salud humana.

Por otro lado, de acuerdo al subíndice de Cambio Climático y Recursos Naturales (CCRN)⁸ desarrollado por SENAPRED, basado en las respuestas ponderadas de una encuesta comunal sobre los factores subyacentes del riesgo climático a nivel de comunas, se observa que 21 comunas mineras presentan un índice alto, 14 un índice moderado, 7 un índice bajo y 1 un índice mínimo. La presencia de un gran número de comunas mineras con

⁸ Disponible en [Geoportal SENAPRED](#)

índices altos y moderados sugiere la necesidad de implementar medidas adaptativas específicas que aborden las consecuencias ambientales en un contexto de cambio climático en constante evolución.

Tabla 4. Índice por comuna minera de Chile

Índice	Descripción	Comunas mineras
Alto	La comuna presenta un estado muy deficiente en el ámbito de CCRN	Antofagasta, Tocopilla, Chañaral, Freirina, Tierra Amarilla, Vallenar, La Serena, La Higuera, Illapel, Canela, Salamanca, Combarbalá, Punitaqui, Puchuncaví, Los Andes, Calle Larga, Cabildo, Nogales, Catemu, Litueche, Andacollo
Moderado	La comuna presenta un estado deficiente en el ámbito de CCRN	Pozo Almonte, Sierra Gorda, Taltal, Calama, Ollague, San Pedro de Atacama, María Elena, Caldera, Diego de Almagro, Huasco, Coquimbo, Los Vilos, Petorca, Doñihue
Bajo	La comuna presenta un estado bueno en el ámbito de CCRN	Pica, Mejillones, Copiapó, Rancagua, Coltauca, Machalí, Requínoa
Mínimo	La comuna presenta un estado muy bueno en el ámbito de CCRN	Iquique

Fuente: Elaboración propia en base a Geoportal de SENAPRED

b) Impactos vinculados a las marejadas

Las marejadas afectan diversas actividades marítimas durante varios días, como la transferencia de carga y la navegación, debido al cierre de puertos. Esto impacta las operaciones de transporte del material minero hacia su destino final. Los efectos incluyen un aumento en los gastos de logística para desviar la carga a otro puerto, el sobrestock de producto que espera ser embarcado, lo que puede resultar en pérdida de ingresos, y el aumento de costos para mantener reservas de insumos importados (Pica, et al., 2020). Un claro ejemplo de esto ocurrió en 2018, cuando recurrentes episodios de marejadas obligaron al cierre temporal del puerto de Patache, afectando las operaciones de las minas de Collahuasi, y del puerto de Chañaral, utilizado por la mina Salvador, operada por Codelco.

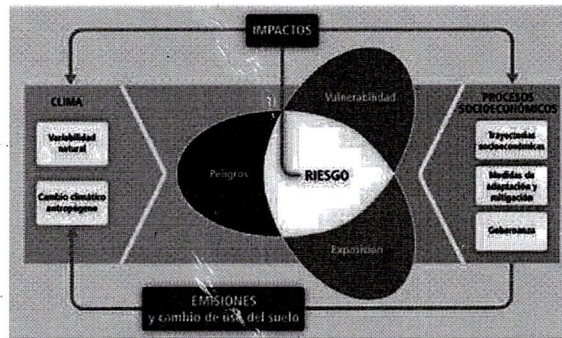
De acuerdo con el reporte N°12 de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile (2021), "la actividad marítima en Chile está siendo afectada por fenómenos meteorológicos y oceanográficos extremos, que, con la evidencia de registros históricos y recientes, muestran el aumento de eventos de marejadas, que limitan las operaciones de recalada, permanencia y zarpe de naves en los puertos nacionales". Esto genera un aumento significativo en el número de días en el que los puertos están cerrados, resultando en pérdidas económicas multimillonarias para diversos sectores y encareciendo las materias primas, lo cual afecta al sector minero.

Por otro lado, este evento también impacta la operación de plantas desaladoras, lo que puede ocasionar la paralización de operaciones por falta de recurso hídrico y el aumento en los gastos ido a la mantención y reparación de dichas plantas (Pica, et al., 2020).

3.2.3. Riesgos climáticos en la minería

De acuerdo con la definición propuesta por el IPCC en su Quinto Informe de Evaluación (AR5), el riesgo se define como la posibilidad de experimentar consecuencias adversas en sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad de valores y objetivos presentes en dichos sistemas. En el contexto del cambio climático, los riesgos pueden surgir tanto de las variaciones climáticas como de las respuestas humanas a dicho cambio (IPCC, 2020), y es resultante de la interacción entre la vulnerabilidad, la exposición y la amenaza, cuyos conceptos se detallan a continuación.

Figura 11: Componente del riesgo climático



Componente del riesgo climático

Fuente: IPCC - AR5 (2014).

- **Amenaza:** "Posibilidad de que ocurra un evento físico, ya sea de origen natural o humano, o un impacto físico que pueda resultar en pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud humana y la biodiversidad, así como en propiedades, infraestructura, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales" (IPCC, 2017, p. 12). Ejemplos de amenazas incluyen el aumento del nivel del mar o el incremento de la temperatura promedio.
- **Exposición:** "Presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en áreas que podrían ser afectadas negativamente" (IPCC, 2018, p. 7). Un ejemplo sería la proximidad de una población a una zona bajo amenaza (exposición al riesgo físico).
- **Vulnerabilidad al cambio climático:** "propensión o predisposición a ser afectado negativamente por los efectos adversos del cambio climático. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación de los ecosistemas, comunidades, territorios o sectores" (Ley Marco de Cambio Climático, 2022, p. 4).

Además, los riesgos climáticos tienen efectos diferenciales según el entorno de las actividades mineras, es decir, tanto de las actividades productivas como de las comunidades aledañas. Estas diferencias influyen en la capacidad de adaptación del sector minero.

Hasta el momento, en Chile se han evaluado tres riesgos climáticos en el sector minero mediante la cuantificación de cadenas de impacto. A continuación, se detallan las variables empleadas para la evaluación de los riesgos en este sector y los principales resultados obtenidos.

a) Sequías en faenas mineras

Esta cadena de impacto, publicada por el MMA en la plataforma ARClím, muestra el riesgo climático en faenas mineras a lo largo del territorio nacional por condiciones de baja pluviometría. La disminución en la disponibilidad de agua para las operaciones mineras implica impactos negativos en la productividad, considerando el uso exhaustivo que se hace de este recurso durante todo el proceso de transformación de los minerales.

Para evaluar el riesgo de sequía en las operaciones mineras, el grupo de minería de ARClím ha utilizado la disminución de las precipitaciones como indicador de amenaza. Este análisis se ha realizado para el período futuro comprendido entre 2035 y 2065 y considerando el periodo de referencia 1980 a 2010, bajo el escenario RCP 8.5. Se observa que la zona centro-sur del país experimentará una reducción significativa en las precipitaciones, por lo que las faenas ubicadas en esta zona presentan un mayor factor de amenaza.

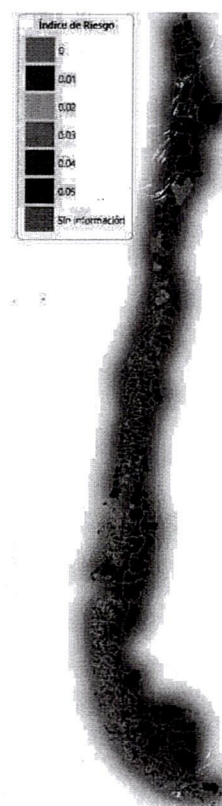
En cuanto al factor de exposición se consideró el indicador de número de faenas por unidad área (5x5 km²) de este modo, las comunas con un mayor nivel de exposición fueron aquellas con mayor concentración de faenas por unidad área, destacándose Iquique, Pozo Almonte, Calama, Sierra Gorda, Antofagasta, Taltal, Chañaral, Diego de Almagro, Copiapó, Tierra Amarilla y Vallenar.

Con respecto al factor de sensibilidad, fueron considerados dos indicadores: i) no-preparación o falta de adecuación de la infraestructura (variaciones históricas), y ii) viabilidad de contar con una fuente de agua alternativa, siendo las comunas cordilleranas de la zona centro-sur las calificadas con mayores niveles de sensibilidad.

Para la capacidad adaptativa se consideró el indicador de porcentaje de consumo de agua proveniente del mar respecto de la extracción total. En este caso, las comunas de María Elena y Sierra Gorda fueron las que obtuvieron un mayor nivel de capacidad adaptativa puesto que hacen uso de una fuente alternativa de agua para el uso minero.

A partir de la cuantificación de cada componente de la cadena de impacto, se identificó que las faenas con mayor nivel de riesgo frente a sequías están en las comunas de Salamanca de la región de Coquimbo, San Esteban y Los Andes de la región de Valparaíso y Colbún de la región del Maule (ver Figura 26). Su alto nivel de riesgo se debe principalmente a que cuentan con niveles significativos de amenaza, así como una alta sensibilidad.

Figura 12. Mapa de riesgo por sequía en faenas mineras



Fuente: ARClím

b) Disminución en la productividad minera por déficit hídrico

Esta cadena de impacto evalúa la variación de ingresos económicos por las interrupciones operativas y/o la disminución en la capacidad de producción por la disminución de precipitaciones y la disponibilidad hídrica a nivel subcuenca. Además, representa la variación potencial de costos de producción por el reemplazo de fuentes de agua continentales por agua de mar.

Para el factor de amenaza, se consideró el indicador de frecuencia de sequías publicado en la plataforma ARClím, el cual representa el aumento en el periodo futuro (2035-2065) en la frecuencia de periodos en que la precipitación acumulada es menor al 75% del promedio de la precipitación acumulada en el periodo de referencia (1980 a 2010). En este caso, se identificó que las subcuencas con los niveles de amenaza más altos se extienden desde la región de O'Higgins hasta la región de Aysén. De este modo, aquellas faenas mineras ubicadas en esta zona son las que presentan un mayor nivel de amenaza frente al incremento de sequías.

En cuanto al factor de exposición, se consideró el indicador normalizado del número de faenas mineras activas por unidad de área. En este caso, el área correspondía a las distintas subcuencas del territorio chileno. A partir de ello, se identificó que las faenas ubicadas en las subcuencas Loa Medio (entre el río Salado y la quebrada de Barrera) y Quebrada Caracoles Bajo junto con Quebrada el Buitre, en la región de Antofagasta, son las de mayor nivel de exposición a nivel nacional.

En cuanto a la sensibilidad, esta fue evaluada a partir de la consideración de seis indicadores: (i) la ocurrencia de decretos de escasez, (ii) el otorgamiento de derechos de aguas, (iii) el estrés hídrico basal, (iv) la huella hídrica, (v) el Agua Potable Rural (APR) sin derechos de agua y (vi) la competencia por el agua o demandas relativas. Tras la cuantificación de estos indicadores, se identificó que las faenas mineras con mayor nivel de sensibilidad se encuentran ubicadas en las subcuencas del Aconcagua medio y Aconcagua bajo en la región de Valparaíso, Mapocho bajo y río Maipo bajo en la región Metropolitana y río Cachapoal Alto y Cachapoal Bajo en la región de O'Higgins.

Como resultado de la evaluación de los componentes de la cadena, se identificó que las faenas mineras ubicadas en las subcuencas Loa Medio y Quebrada Caracoles bajo de la región de Antofagasta, serán las de mayor riesgo por disminución en la productividad por cuenta del déficit hídrico proyectado. Las subcuencas mencionadas obtuvieron un nivel de riesgo intermedio siendo el nivel más alto identificado para la cadena de impacto analizada.

Figura 13. Mapa de riesgo futuro por disminución en la productividad minera como resultado del déficit hídrico



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, (2021).

c) Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros

Esta cadena de impacto evalúa el riesgo vinculado al impacto de la alta pluviometría en relaves mineros. Este riesgo considera que en un escenario futuro de alta pluviometría los depósitos de relave son susceptibles a fallas de sus estructuras y, por ende, la contaminación de fuentes de agua circundantes.

Para el factor de amenaza, se consideró la variación de la precipitación máxima diaria, indicador publicado en la plataforma ARClím, el cual representa el aumento de las lluvias torrenciales para el periodo futuro (2035-2065) considerando como periodo de referencia de 1980 a 2010, bajo un escenario futuro de emisiones RCP 8.5. En este caso, se identificó que los relaves con mayor nivel de amenaza por incremento de precipitaciones diarias se encuentran ubicados en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Metropolitana.

Con respecto al factor de exposición, fueron consideradas las toneladas autorizadas por Sernageomin para cada depósito de relaves. En base a ello, se

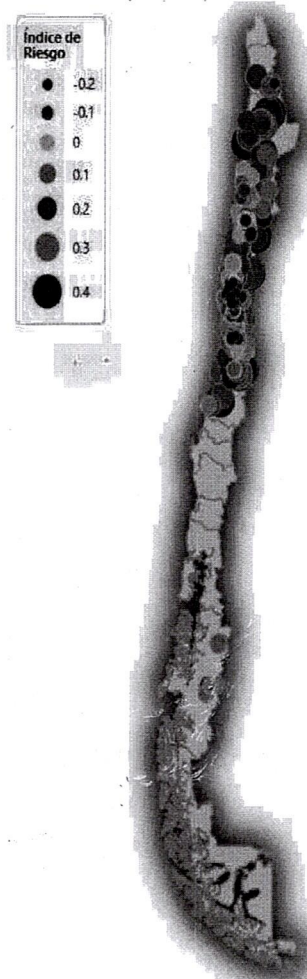
observa que los relaves con mayor nivel de exposición se concentran en las regiones de Antofagasta y Atacama.

En cuanto a la sensibilidad, fue evaluada a partir de dos indicadores. El primero hace referencia al tipo de relave, siendo calificados como muy sensibles aquellos del tipo DREIM, embalses, pretilos de relave y tranques de relave; y como medianamente sensibles aquellos relaves de tipo espesado, en pasta y filtrado. El segundo indicador consideró la pendiente del relave obtenida mediante un modelo de elevación digital. A partir de la consideración de estos factores se identificó que los relaves mineros más sensibles se concentran en las regiones de Atacama y Coquimbo.

Para el factor de capacidad adaptativa se consideró el estado de los relaves (activo, inactivo, abandonado). Los relaves activos e inactivos cuentan con un responsable, lo que implícitamente asegura su monitoreo y gestión, mientras que los abandonados no cuentan con este control, dificultando su monitoreo. Para este componente, se identificó que la mayor cantidad de relaves abandonados, y por tanto con menor capacidad adaptativa, se encuentran concentrados en las regiones de Coquimbo y Valparaíso.

Como resultado de la evaluación de los componentes de esta cadena de impacto, se identificó que los relaves mineros con mayor nivel de riesgo frente al incremento de la pluviometría se encuentran entre las regiones de Atacama y Valparaíso.

Figura 14. Mapa de riesgo de impacto de la alta pluviometría en relaves mineros



Fuente: ARCLim

3.3. Presentación del sector

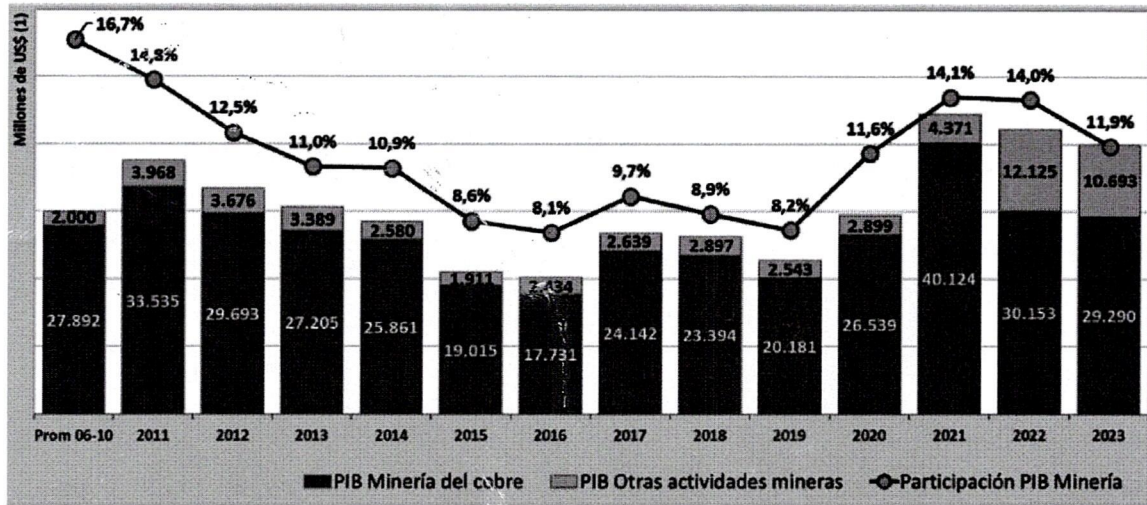
3.3.1. Caracterización general

La minería abarca una amplia gama de procesos y actores, focalizados principalmente en la exploración y extracción de minerales de depósitos metalíferos formados por eventos geológicos durante millones de años. La experiencia humana y los avances tecnológicos han mejorado significativamente la eficiencia en la explotación de los recursos mineros⁹, generando materia prima esencial para el desarrollo y la mejora de la calidad de vida. En el contexto específico de Chile, la minería destaca como la principal actividad económica del país y lo posiciona como uno de los mayores productores de cobre a nivel mundial.

El sector minero tiene un rol fundamental en la economía chilena. Como se observa en la **Figura 15**, su participación en el PIB nacional ha variado entre un 8,1% y un 14,6% en la última década. Por otra parte, a escala regional, en la **Figura 16** se aprecia que la Región de Antofagasta tiene la participación más alta, con un 74,5%.

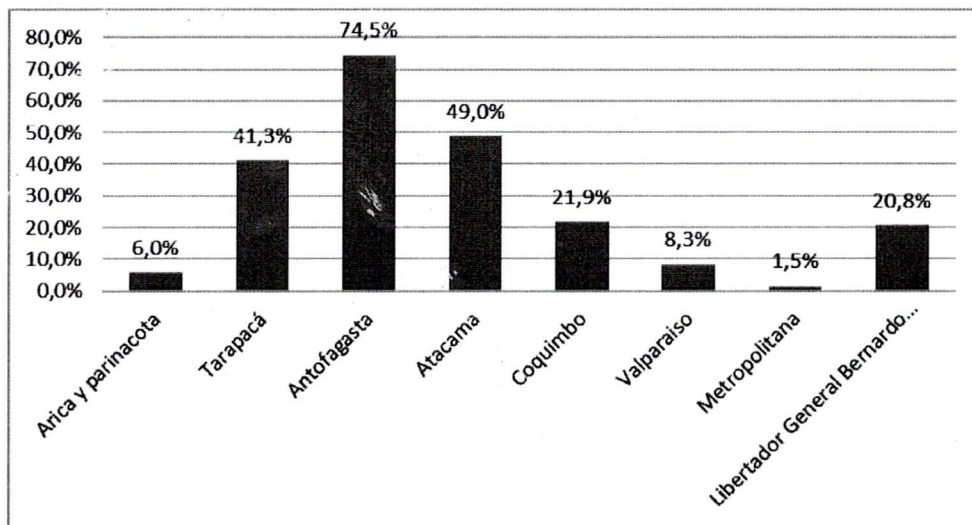
⁹ Se define cómo recurso minero a una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico u orgánico fosilizado terrestre de tal forma, cantidad, y calidad que existe una razonable apreciación acerca de su potencial técnico-económico. La localización, tonelajes, contenidos, características geológicas y el grado de continuidad de la mineralización es estimada, conocida, o interpretada a partir de específicas evidencias geológicas, metalúrgicas y tecnológicas.

Figura 15. Participación del sector minería en el PIB nacional.



Fuente: Consejo Minero (2024a)

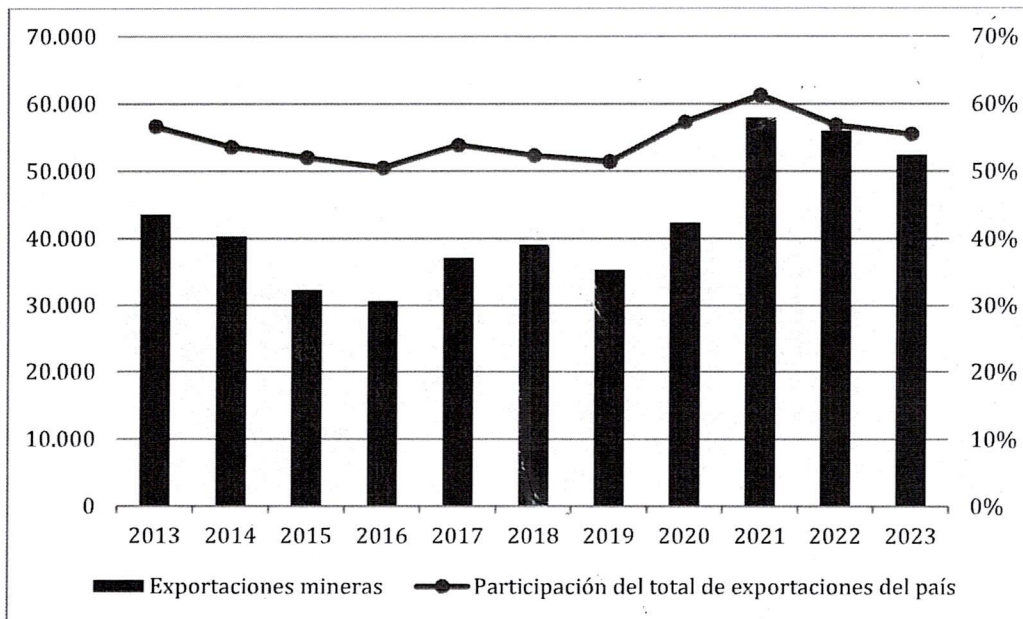
Figura 16. Aporte de la minería al PIB de cada región durante el 2022



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por Cochilco

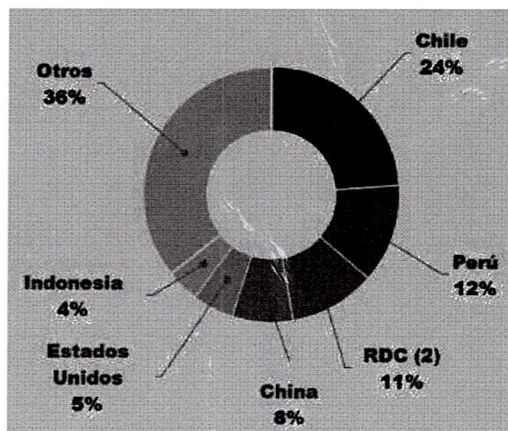
Su rol en la economía también se evidencia en la importante participación del sector en las exportaciones del país. Desde 2013, la exportación de bienes minerales ha superado el 50% de la exportación nacional (Figura 17). Chile es el primer productor mundial de cobre, con una participación del 24%, seguido por Perú con 12% y por la República Democrática del Congo (RDC) con un 11%. Además, es considerado el país con la mayor cantidad de reservas de cobre y litio del mundo, con un 24% y 36%, respectivamente, valores que se han encontrado en aumento debido al ascenso de las exploraciones e información minera (COCHILCO, 2018).

Figura 17. Exportación mundial de Cobre



Fuente: (Banco Central, 2024)

Figura 18. Producción mina de cobre.

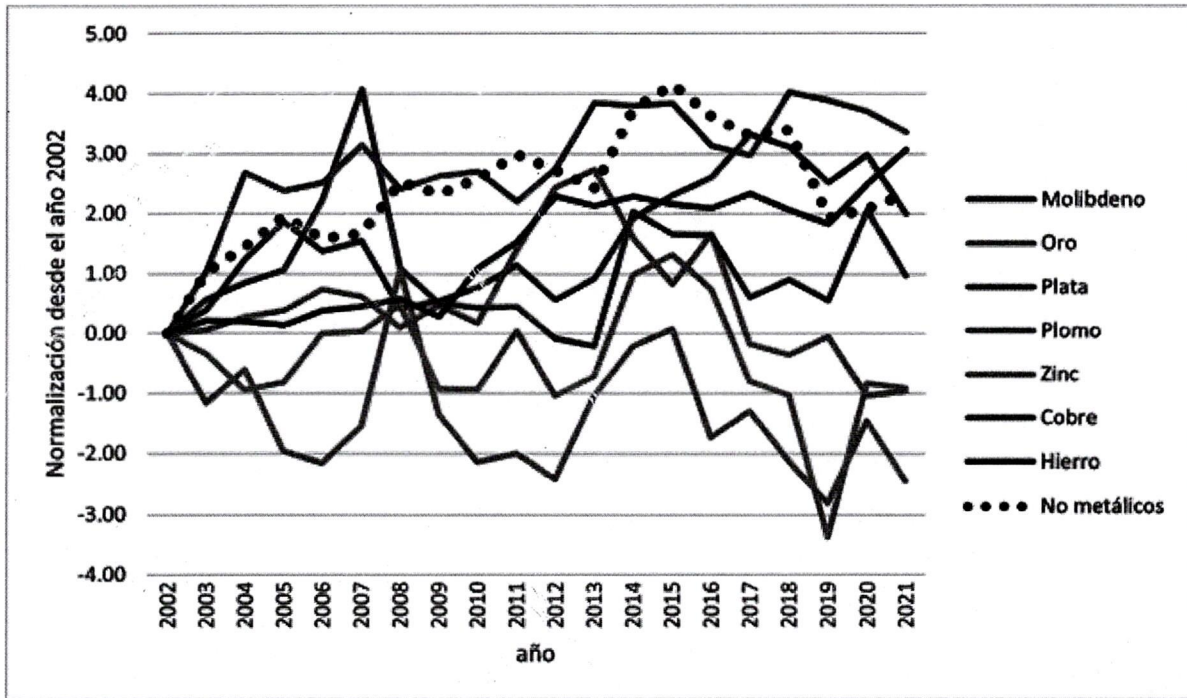


Fuente: Consejo Minero (2024a)

3.3.2. Nivel de actividad

Como se observa en la **Figura 19**, el nivel de producción de la minería metálica ha sido variable entre 2002 y 2021, con cambios interanuales más pronunciados en algunos minerales como el zinc, la plata y el plomo. Otros minerales, como el cobre y el hierro, presentan tendencias de producción más estables. Los factores que afectan estos niveles de actividad pueden ser múltiples. Por ejemplo, cambios en la demanda mundial asociados a dinámicas financieras internacionales o situaciones puntuales en países importadores de materia prima chilena, así como cambios en la oferta debido a problemas o incentivos locales.

Figura 19. Producción de minerales metálicos y no metálicos 2002-2021



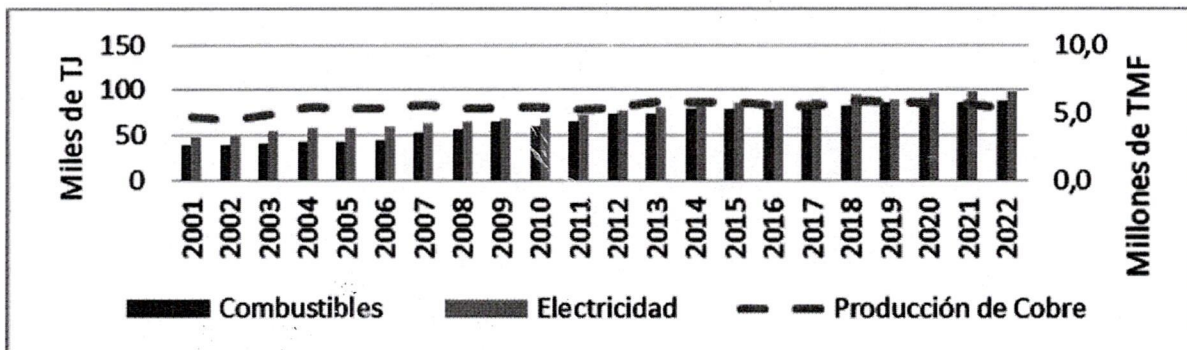
Fuente: Elaboración propia en base a SERNAGEOMIN (2022)

3.3.3. Uso de recursos

Los principales recursos utilizados por la actividad directa de la minería corresponden a energía y agua. El sector tiene el tercer mayor consumo de energía en el país, siendo solo superado por transporte en la industria minera. De acuerdo con cifras del Ministerio de Energía, el sector minería consumió el equivalente a 185.208 TeraJoules (TJ) de energía, lo que representa el 7,5% del total nacional (Cochilco, 2021).

Dado que el mayor porcentaje de la energía consumida proviene de la minería del cobre, resulta de interés analizar la proporción del uso de electricidad y combustible en la industria del cobre, tanto a nivel general como por proceso. La **Figura 20** muestra cómo, históricamente, el consumo de electricidad ha sido levemente mayor que el de combustible y que ambos han ido aumentando en el tiempo.

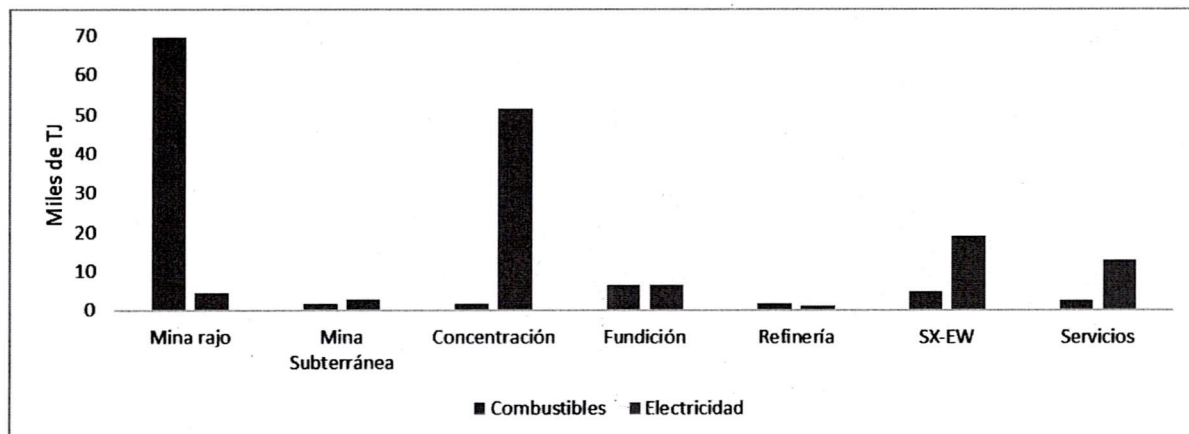
Figura 20. Consumo energético histórico de la minería del cobre



Fuente: (COCHILCO, 2023c)

Además, a partir de la **Figura 21** se observa claramente que el segmento que presenta el mayor consumo de combustible corresponde a las minas a rajo abierto, atribuible al empleo de camiones CAEX y maquinaria pesada. En contraste, se destaca que la demanda más significativa de electricidad se registra en los procesos de fundición y concentración de cobre.

Figura 21. Consumo de electricidad y combustible por actividad en la minería del cobre al 2022.



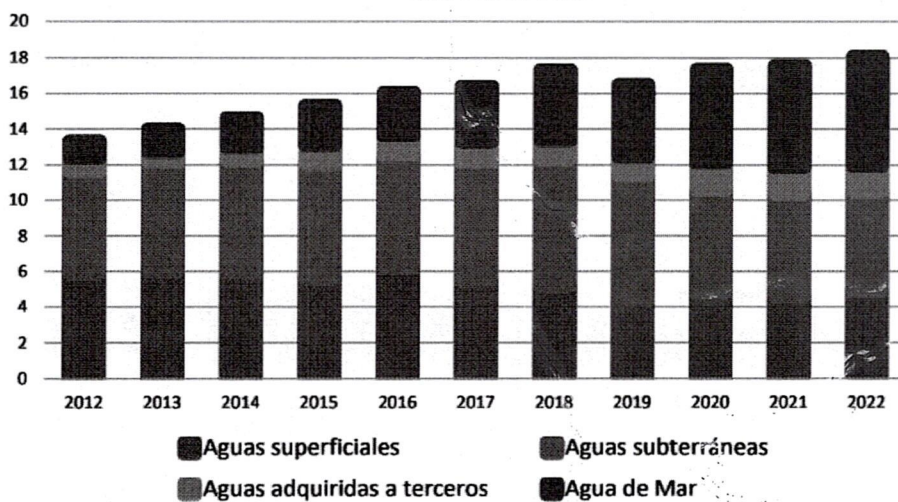
Fuente: (COCHILCO, 2023c)

Otro recurso crítico para la minería es el agua. Esta se utiliza en distintos procesos, por ejemplo, como medio de reacción para la lixiviación, flotación y el principal insumo en los procesos de concentración (COCHILCO, 2020a). El agua que se utiliza en la minería proviene de fuentes continentales superficiales, fuentes continentales subterráneas y del mar.

Como se observa en la **Figura 22**, el volumen de agua de mar utilizado en los procesos mineros ha aumentado en los últimos años, mientras que la cantidad de agua subterránea y superficial ha disminuido. Esto se debe a la implementación de una política sectorial que busca reducir el consumo de agua superficial en la industria, disminuyendo así la vulnerabilidad ante los riesgos climáticos relacionados con la disponibilidad del recurso hídrico.

Las fuentes de agua utilizadas por la industria minera alcanzaron los 69,41 m³/seg en 2022. De este total, el 73,97% (51,34 m³/seg) corresponde a aguas recuperadas, ya sea recirculadas, reutilizadas o recicladas. El uso de agua continental asciende a un 17,2%, mientras que el agua de mar constituye un 8,9% (COCHILCO, 2023a). Esto demuestra que la reutilización de agua es la principal fuente de suministro para las operaciones mineras.

Figura 22. Tendencia de las extracciones de agua (m³/s) por fuente de abastecimiento en la minería del cobre 2012-2022

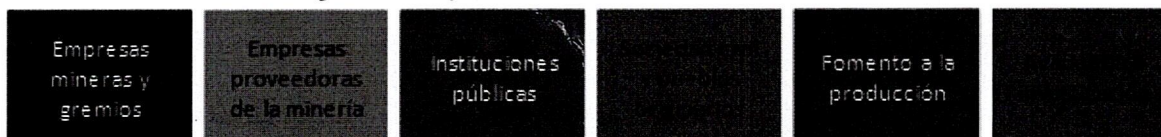


Fuente: (COCHILCO, 2023a)

3.3.4. Actores importantes en la industria minera

Según el grado de participación de distintas entidades, tanto del sector privado como público involucrados, en la red de procesos del negocio minero, es posible agruparlas en seis grupos (**Figura 23**): empresas mineras y gremios, empresas proveedoras de la minería, instituciones públicas, sociedad civil y pueblos originarios, entidades de fomento a la producción y academia e investigación.

Figura 23. Grupo de actores involucrados en la industria minera.



Fuente: Elaboración propia

3.3.4.1 Actores de la gran minería:

De los grupos de actores destacan las **empresas y gremios mineros** por ser quienes ejecutan directamente la operación y producción de los minerales. De ellas, el mayor porcentaje de participación del sector lo tienen las **grandes mineras privadas y la gran minería estatal**. La producción de cobre en la minería privada en Chile en 2023 fue significativamente mayor que la producción de la minería estatal. Según los datos, la producción de cobre de la minería privada aumentó un 1,2% en comparación con el año anterior, mientras que la producción de la minería estatal, liderada por Codelco, disminuyó un 8,3% en el mismo período. El segmento de la gran minería del cobre está conformado principalmente por grandes empresas multinacionales privadas como Anglo American, BHP Billiton, Antofagasta Minerals, entre otras, junto con Codelco, la empresa estatal.

3.3.4.2 Actores de la pequeña y mediana minería:

La pequeña minería genera una importante cantidad de empleo, especialmente en la zona norte del país. En el segmento del cobre, en términos de producción, registró 52.843 toneladas de cobre en 2021 (Cochilco, 2022), con envíos al exterior por US\$ 580 millones en dicho año. Por su parte, la mediana minería está compuesta por una veintena de compañías, siendo un segmento económico igualmente relevante en empleo, producción, inversión y exportaciones.

3.3.4.2 Gremios de la industria minera:

Los gremios de la industria minera tienen como objetivo representar los intereses de sus asociados para fortalecer las redes del sector productivo y fomentar su desarrollo. En Chile, existen varios gremios relacionados con las empresas mineras, como el Consejo Minero y la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI). Además, hay gremios de proveedores, como la Asociación de Proveedores Industriales de la Minería (APRIMIN) y MINNOVEX. También existen gremios que representan el sector de la pequeña minería y otros rubros asociados.

3.3.5. Acuerdos y estándares voluntarios

Las empresas mineras en Chile, tanto públicas como privadas, han adoptado medidas voluntarias para abordar los desafíos del cambio climático. A continuación, se destacan algunas estrategias implementadas.

- a) **Metas de carbono neutralidad:** Empresas y gremios mineros se han comprometido voluntariamente a metas de carbono neutralidad. Cabe destacar que el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM), busca alcanzar cero emisiones netas de GEI de Alcance 1 y 2 para 2050, con importantes empresas mineras locales, incluyendo 25 de las mayores faenas del mundo y algunas empresas miembros del Consejo Minero. Sin embargo, hay empresas mineras que han establecido metas de neutralidad de carbono para el año 2040, estas son Collahuasi y Anglo American (Consejo Minero, 2024b). Collahuasi tiene como objetivo lograr un equilibrio neto de cero emisiones de alcance 1 y 2 para el año 2040, mientras que Anglo American se propone alcanzar la neutralidad de carbono para el mismo año en relación con las emisiones de alcance 1 y 2.

En Chile, las empresas líderes de la gran minería vinculadas al Consejo Minero y comprometidas con las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero incluyen a BHP, Antofagasta Minerals, Anglo American, Teck, Collahuasi, Caserones, Glencore, Barrick, Codelco, Río Tinto, Freeport, Compañía Minera del Pacífico, Candelaria y KGHM Polska Miedz.

Relacionado a lo anterior, el ICMM impulsa la estandarización del Alcance 3 y el establecimiento de metas mediante la publicación de una guía para mejorar la divulgación de emisiones en la industria minera y metalúrgica. Esta guía proporciona un marco estandarizado para calcular las emisiones a lo largo de la cadena de valor. Se basa en el Estándar de Alcance 3 del Protocolo de GEI del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), uno de los

estándares más amplios utilizado a nivel global para contabilizar y reportar emisiones corporativas (Reporte Minero, 2023).

- b) **Contratos de ERNC:** Empresas como Enami, Codelco, Collahuasi, Anglo American y Minera Sierra Atacama han adoptado contratos de compraventa de energía basados en fuentes renovables.
- c) **Participación Ciudadana:** El involucramiento con las comunidades es crucial, y algunas empresas reconocen la importancia de establecer diálogo transparente y participativo desde etapas tempranas. A ello se añaden criterios de participación ciudadana en diversas actividades, como compra y venta de créditos de carbono. La participación ciudadana para ser legítima y eficiente requiere la presencia de la diversidad de actores concernidos en una problemática determinada y un entorno social específico. En el caso del sector de minería, se trata de recibir aportes y sugerencias de trabajadoras y trabajadores, así como también atender a sus aportes, preocupaciones y atender a sus demandas diferenciadas. Durante el diálogo con las comunidades, se requiere la participación de interlocutores que representen a dirigentes, organizaciones de base y mujeres emprendedoras.
- d) **Metas de Electrificación de Procesos:** Empresas como Codelco, SQM, BHP y Anglo American han establecido metas de electrificación, especialmente en flotas de vehículos.
- e) **Medidas de Eficiencia Energética:** Se implementan medidas de eficiencia energética promovidas por acuerdos entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero. Algunos ejemplos incluyen la norma ISO 50.001 y tecnologías eficientes en procesos de producción, así como de desalación. Con el propósito de fomentar el uso racional y eficiente de los recursos energéticos, se destaca la promulgación de la Ley de Eficiencia Energética N° 21.305. La Ley aplica a grandes consumidores, y establece metas de alcanzar una reducción del 10% en la intensidad energética para el año 2030, lo que se traducirá en una disminución de 28,6 millones de toneladas de CO₂.
- f) **Consideración de Recomendaciones del TCFD y SBTi:** Empresas como AMSA, BHP, CMP, Collahuasi y Glencore gestionan riesgos climáticos siguiendo recomendaciones del *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* (TCFD) y *Science-Based Targets Initiative* (SBTi).
- g) **Iniciativas de Sostenibilidad Voluntaria:** Están basadas en abastecimiento responsable, el cual busca la gestión del desarrollo sostenible en el suministro o la adquisición de un producto, fortaleciendo la trazabilidad social y ambiental, dando cumplimiento a las regulaciones gubernamentales.
- h) **Metas Relativas a Pilares Ambientales:** Las empresas establecen metas en áreas como agua, ecosistemas y manejo de relaves, buscando estándares más elevados de sustentabilidad. Un ejemplo está en el Compromiso Minero, el cual establece la meta de que el 90% del agua utilizada en minería provenga del mar o sea reutilizada para 2025 (Compromiso Minero, 2024).

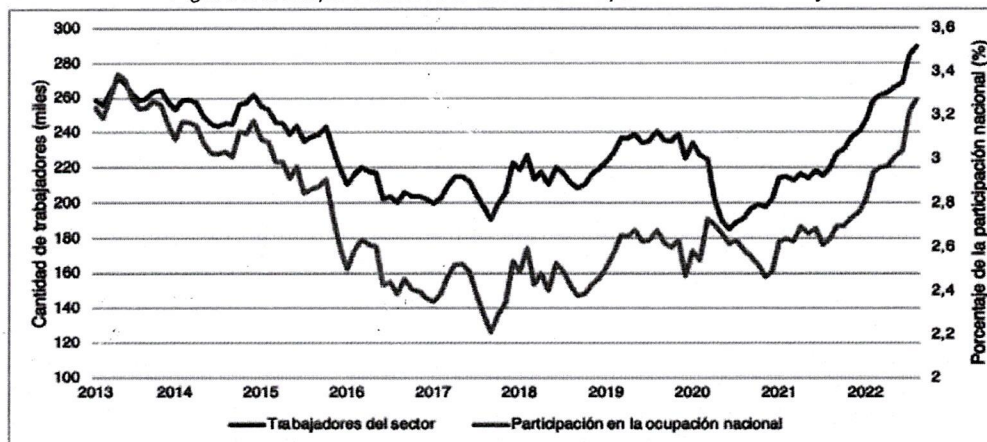
3.3.6.Externalidades

De acuerdo al estudio de ImplementaSur (2022), las emisiones de GEI y carbono negro son una externalidad de la actividad minera, pero existen otras – positivas y negativas– que es relevante destacar, como los efectos de la minería en el empleo nacional y las externalidades ambientales. A continuación, se presenta una breve descripción de ambas.

a) Empleo

La población ocupada del sector “explotación de minas y canteras” ha fluctuado entre 184.880 trabajadores al año 2020 y 289.280 trabajadores al año 2022 en el periodo 2013-2022 (INE, 2022). Como se observa en la Figura 24, entre 2013 y 2017 existió una disminución sostenida de trabajadores y trabajadoras, mientras que entre mediados de 2020 y 2022 se dio un importante aumento que responde a la reactivación económica post COVID-19. Aún más, en el trimestre correspondiente a julio-septiembre de 2022, la fuerza laboral se conformó por 289.280 personas, alcanzando el valor más alto registrado trimestralmente desde 2013. Por otro lado, la participación de la minería en el empleo nacional ha fluctuado con tendencias similares, en un rango entre 2,2 y 3,4% entre 2013-2022. En 2022, la participación de las personas ocupadas en el sector minería ha variado desde un 2,8% en el trimestre móvil diciembre-febrero a un 3,3% en el trimestre julio-septiembre.

Figura 24. Empleo trimestral del sector explotación de minas y canteras



Fuente: Población ocupada por rama de actividad económica según trimestres del INE (2022).

Por otro lado, según el informe minero sobre la participación de las mujeres en la industria minera, las cifras varían según la fuente. De acuerdo con los informes de la Alianza CCM-Eleva, publicados en marzo de 2024, la participación de las mujeres en la minería alcanza un 18%, marcando un hito histórico en términos de paridad (CCM-Eleva, 2024). Este porcentaje supera significativamente los datos de participación femenina en la industria del cobre informados por Cochilco, que situaba la cifra en un 13,5% (COCHILCO, 2023e). Además, este mismo reporte revela que la participación de mujeres en empresas contratistas mineras es del 12%.

Por otro lado, respecto a la contratación, la industria minera contrató 2.554 mujeres en 2022, lo cual representa un 35% (CCM-Eleva, 2023). Es decir, 1 de cada 3 personas contratadas fue mujer. Estas cifras demuestran un progreso significativo a nivel histórico en la inclusión de las mujeres. Dichas cifras van relacionadas con las metas trazadas según la Política Nacional Minera 2050 de sumar un 20% de presencia de mujeres en la industria minera al año 2023 y al año 2050 de un 40%.

El aumento de la participación de las mujeres en minería está relacionado con acciones intencionadas por parte de las empresas y del Estado, dirigidas a elevar su presencia en la industria. Estas acciones incluyen formas de reclutamiento, mantención y promoción, políticas de capacitación y de debilitamiento de los estereotipos de género relativos a las capacidades, conocimiento, toma de iniciativas y respuesta al riesgo. En este sentido, cabe destacar el papel de la **Mesa Mujer y Minería** en la implementación de acciones concretas y la generación de políticas que promuevan una mayor participación de las mujeres en el sector minero.

b) Calidad del aire

Desde las fuentes móviles hasta las estacionarias, diversas actividades relacionadas con la minería emiten partículas y gases que se desplazan, se diluyen y experimentan cambios físicos y químicos. Las partículas y gases emitidos pueden incluir dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados, que pueden contribuir a la formación de *smog*, lluvia ácida y neblina tóxica. Estos contaminantes pueden tener efectos perjudiciales en la salud humana, incluyendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Sumado a ello, las emisiones de polvo de las operaciones mineras pueden depositarse en el suelo y el agua, afectando la biodiversidad e infraestructura. Actualmente, existen zonas declaradas como saturadas y latentes por contaminación del aire relacionadas a la actividad minera. Ejemplos incluyen las comunas de Tocopilla y Calama, ubicadas en la región de Antofagasta, y Andacollo en la región de Coquimbo.

Además, el ruido y las vibraciones provenientes de actividades como tronaduras, motores, rampas y generación de energía, entre otras, pueden tener efectos significativos tanto en la vida silvestre de las áreas donde se encuentra la mina como en la estabilidad de los territorios de las comunidades humanas cercanas.

c) Impacto sobre la biodiversidad

Las principales operaciones mineras que influyen en la biodiversidad involucran la eliminación de vegetación y tierra vegetal, la reubicación de organismos, la emisión de contaminantes y la generación de ruido y vibraciones. Estas acciones resultan en la pérdida, modificación y fragmentación del entorno, lo que a su vez provoca el desplazamiento de la fauna. Bajo estas circunstancias, ciertas especies enfrentan impactos adversos más severos que otras. Por ejemplo, animales menos móviles como invertebrados, reptiles y mamíferos pequeños, que residen

en comunidades altamente dependientes de factores como las condiciones del suelo, el clima y la latitud, se vuelven más susceptibles a las consecuencias de las actividades mineras. Del mismo modo, las especies acuáticas cuyo hábitat se encuentra típicamente confinado a cuerpos de agua pueden sufrir impactos críticos debido a la contaminación.

d) Impactos en la calidad del suelo

Los principales efectos de la actividad minera en la calidad del suelo están relacionados con la erosión y la disposición de materiales en los depósitos de relaves. La erosión está estrechamente vinculada a los cambios en el uso del suelo generados por actividades como la eliminación de vegetación para la excavación, la construcción de instalaciones para el procesamiento de minerales, la edificación de campamentos, la construcción de caminos y otra infraestructura crítica, como en puertos.

En cuanto a los relaves, estos constituyen los desechos resultantes del procesamiento de rocas en las operaciones mineras, compuestos de roca molida y agua. Aunque inicialmente estos residuos no son tóxicos, con el tiempo pueden experimentar reacciones que liberan sustancias tóxicas, ocasionando problemas de contaminación tanto en los suelos como en el agua. Por ello, la gestión de esta cuestión es motivo de continua preocupación y monitoreo en el ámbito minero.

e) Impacto sobre el valor paisajístico

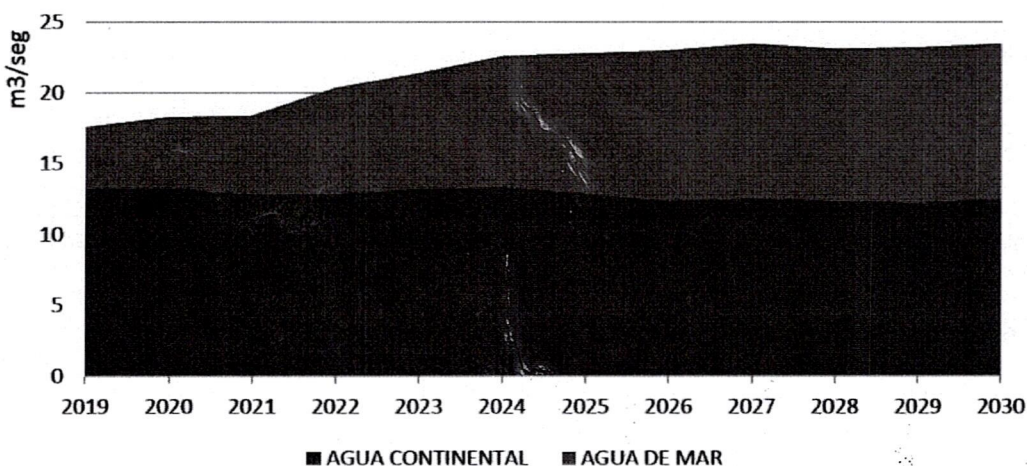
La degradación del paisaje que ocurre producto de las diversas actividades mineras afecta el valor paisajístico y cultural de los territorios en que se produce.

f) Impacto sobre los recursos hídricos

La actividad del sector minero puede afectar la calidad y disponibilidad del agua si no se implementan las medidas preventivas necesarias. En lo que respecta a la calidad del agua, el riesgo ambiental principal está vinculado a la liberación de drenaje ácido en cuerpos de agua superficial o subterránea. Este fenómeno ocurre en la minería metálica cuando los sulfuros presentes en la roca entran en contacto con el aire y el agua, generando ácido sulfúrico que puede filtrarse y disolver metales tóxicos, ocasionando graves impactos en peces, aves, mamíferos, plantas y otros organismos. Otros riesgos ambientales son la deposición de materiales provenientes de la erosión del suelo y de los desechos mineros en aguas superficiales, así como la descarga de drenajes de obras, comúnmente conocidos como sistemas de achique.

El consumo de agua por parte de la minería, especialmente en áreas donde el recurso es escaso, tiene un impacto directo en la disponibilidad de agua subterránea y superficial, afectando la capacidad del sistema para satisfacer diversas necesidades. En ese sentido, el sector minero chileno está implementando en mayor medida el uso de agua de mar para sus actividades mineras mediante plantas desaladoras. La proyección de demanda de agua de origen continental esperada a 2033 alcanza los 6,15 metros cúbicos por segundo, lo que representa una disminución de un 45% respecto al consumo real de agua continental de 2021 en la minería del cobre (Cochilco, 2022).

Figura 25. Proyección de consumo de agua en la minería del cobre.



Fuente: (COCHILCO, 2019)

Por otro lado, estas externalidades afectan indirectamente la situación de las mujeres en comunidades aledañas al aumentar la intensidad de su trabajo cotidiano en el acceso de fuentes de agua, dificultar el cuidado de la salud de los niños y personas adultas y poner en riesgo sus actividades productivas, muchas de ellas relacionadas con la sobrevivencia alimentaria (agricultura de subsistencia).

4. Planificación estratégica

4.1. Objetivo general del Plan

El objetivo general del PSCC es fortalecer la prevención y respuesta del sector minero ante el cambio climático, impulsando el desarrollo de una minería resiliente en todos sus niveles, abarcando operaciones de pequeña, mediana y gran escala, tanto metálicas como no metálicas. Esto se logrará mediante la implementación de estrategias de adaptación y mitigación, orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la adopción de tecnologías innovadoras que favorezcan una transición energética sostenible.

En paralelo, se buscará potenciar las capacidades institucionales pertinentes, generando así un entorno propicio para aprovechar oportunidades y enfrentar las amenazas vinculadas al cambio climático. El documento busca promover una minería acorde con los principios de sostenibilidad ambiental, estableciendo una sinergia efectiva entre la actividad minera y la preservación del medio ambiente. Esto contribuirá al cumplimiento de las metas de la ECLP y NDC.

4.2. Objetivos específicos

- Descarbonizar las operaciones de la minería mediante la adopción de tecnologías y servicios bajos en emisiones
- Fomentar la eficiencia energética en la industria minera mediante la gestión de la energía y la adopción de tecnologías eficientes
- Reducir el consumo de agua continental en la industria minera, mediante la promoción y adopción de fuentes alternativas, estrategias de reúso y medidas de eficiencia hídrica.
- Incentivar la preparación, planificación e implementación de acciones por parte de actores de la industria frente a los eventos climáticos y la gestión de riesgo de desastres, incluyendo las mejores prácticas nacionales e internacionales, abarcando el ciclo de vida de un proyecto minero.
- Generar condiciones para garantizar un entorno laboral seguro y preparado para enfrentar los desafíos del cambio climático en las y los trabajadores del sector minero, con enfoque en la pequeña minería.
- Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales de la actividad y aumentar los niveles de resiliencia.

4.3. Líneas de acción.

Con el fin de cumplir los objetivos y metas sectoriales se consideran las siguientes medidas de mitigación, adaptación e integración que el Ministerio de Minería deberá implementar

Tabla 5. Líneas de acción estratégica por objetivo específico.

Objetivo específico	Línea de acción estratégica	Medidas
OM1: Descarbonizar las operaciones de la minería mediante la adopción de tecnologías y servicios bajos en emisiones	LE - M1: Tecnologías y fuentes energéticas bajas en emisiones	Mitigación directa 1: Descarbonización de procesos motrices
		Mitigación directa 2: Descarbonización de procesos térmicos.
		Mitigación indirecta 1: Fomentar contratos de suministro de energía eléctrica 100% renovable
		Mitigación indirecta 2: Incentivar la gestión de huella de carbono de los proveedores de la industria minera.
OM2: Fomentar la eficiencia energética en la industria minera mediante la gestión de la energía y la adopción de tecnologías eficientes	LE - M2: Eficiencia energética en la industria minera	Mitigación directa 3: Avanzar en estándares mínimos de rendimientos energéticos (MEPS) para motores de hasta 100HP.
		Mitigación directa 4: Fortalecimiento de los sistemas de gestión de energía.
OA1: Reducir el consumo de agua continental en la industria minera, mediante la promoción y adopción de fuentes	LE - A1:	Adaptación 1: Reducir el consumo de agua continental en la industria minera mediante

alternativas, estrategias de reúso y medidas de eficiencia hídrica.	Seguridad hídrica para la continuidad de las operaciones	el uso de fuentes alternativas, reúso y eficiencia.
OA2: Incentivar la preparación, planificación e implementación de acciones por parte de actores de la industria frente a los eventos climáticos y la gestión de riesgo de desastres, incluyendo las mejores prácticas nacionales e internacionales, abarcando el ciclo de vida de un proyecto minero.	LE - A2: Diseño, planificación, operación y cierre de la actividad minera bajo escenarios de cambio climático	Adaptación 2: Fomentar la elaboración de Planes de Adaptación de Cambio (PACC) Climático y Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) en la industria Adaptación 3: Fortalecer los planes de cierre bajo evaluación de escenarios de cambio climático y sistemas de gestión de relaves operativos
OA3: Generar condiciones para garantizar un entorno laboral seguro y preparado para enfrentar los desafíos del cambio climático en las y los trabajadoras del sector minero, con enfoque en la pequeña minería	LE - A3: Aseguramiento del bienestar de los y las trabajadoras ante eventos extremos climáticos	Adaptación 4: Fortalecer los protocolos de salud y seguridad laboral enfocados en eventos climáticos, con especial consideración de la pequeña minería
OA4: Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales del sector y aumentar los niveles de resiliencia.	LE - A4: Soluciones basadas en la naturaleza	Adaptación 5: Recuperar ecosistemas y servicios ecosistémicos degradados por operaciones mineras abandonadas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza (SbN)
	LE - A5: Economía circular	Adaptación 6: Implementar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura asociada a faenas mineras Adaptación 7: Promoción e impulso de un modelo de economía circular dentro de las actividades mineras.

Fuente: Elaboración propia

4.4. Medidas de acción

4.4.1. Componente mitigación

Esta componente consta de dos objetivos estratégicos, cada uno con una línea estratégica cada uno y seis medidas de mitigación asociadas, entre las que se encuentran 4 medidas de mitigación directa (medidas con impacto directo y cuantificable en el presupuesto de carbono del sector) y dos medidas de mitigación indirectas (medidas de relevancia para industria pero que impactan a otros sectores, además de tener una dificultad de poder asociar ese impacto en una cuantificación de reducción de emisiones atribuibles a la medida por si sola). A continuación, se presentan las fichas de medidas de mitigación organizadas por objetivo y líneas estratégicas de mitigación

Tabla 6. Ficha Medida de mitigación directa 1

Elemento		Contenido			
Identificación	Nombre	Descarbonización de procesos motrices	ID	2025_Energía_UsosMotrices	
	Descripción	Medida que busca reducir las emisiones de carbono mediante la adopción de tecnologías más limpias y que desplacen el uso de combustibles fósiles en procesos motrices. Estas fuentes energéticas pueden ser hidrógeno verde o sus derivados, efuels, electricidad, entre otros. En particular, en este plan se identifican acciones específicas para el sector minero con foco en la gran y mediana minería			
	Periodo de implementación	2025 a 2050			
	Responsable medida	Ministerio de Energía			
	Participantes en la medida	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Comisión Chilena del Cobre, Servicio Nacional de Geología y Minería, Corporación de Fomento a la Producción, Corporación Alta Ley			
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional			
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía			
	Subsector afectado	Minería			
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas y móviles que tengan motor			
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP			
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP:</p> <p>Meta 4.1: Genera planes de flota cero emisión al 2025 para la gran minería e inicia su implementación al 2030.</p> <p>Meta 1.5 (energía): Al 2050, reducción de un 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en Industria y Minería, con respecto al 2018.</p> <p>Meta 4.2: Al 2030, las operaciones de la gran minería reduce al menos un 50% las emisiones de CO_{2eq}.</p> <p>Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>PNM2050:</p> <p>Meta 43: Reduce las emisiones estableciendo metas para MP10 y MP2,5 para la industria minera al 2025 y da cumplimiento al 2030.</p> <p>Meta 68: Potencia el rol fiscalizador de Sernageomin en materia de seguridad, nuevas tecnologías y monitoreo de depósitos. Submeta: 2025: Cuenta con guías para el desarrollo de pilotos que permitan el ingreso de vehículos autónomos y tecnologías de Hidrógeno y su adecuada fiscalización.</p> <p>Meta 46: Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040.</p> <p>Meta 47: Genera planes de flota cero emisión al 2025 para la gran minería e inicia su implementación al 2030, según disponibilidad tecnológica.</p> <p>Meta 49: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p>			
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Fomentar la adopción de tecnologías bajas en emisiones en reemplazo de las tecnologías motrices que actualmente se utilizan en la industria			
		Acciones	Plazo	Resp.	
		Participantes			
		Levantamiento de la línea base de tecnologías y consumo energético asociado a los procesos motrices de la gran y mediana minería, junto con los planes de descarbonización de las empresas mineras y la identificación de brechas en aquellos que no los han elaborado.	Año 1	MMIN	MEN COCHILCO CAL MCTCI
		Realizar un estudio para analizar la viabilidad técnica y económica actual y proyectada del desplazamiento de combustibles fósiles con la identificación de tecnologías y su potencial de éxito adaptadas a la ubicación y operación de diversas faenas mineras	Años 1 y 2	MMIN	MEN COCHILCO MCTCI

Acompañar el desarrollo de planes de descarbonización en empresas de la gran y mediana minería, asegurando que al menos tengan la componente de transporte	Años 2, 3 y 4	MMIN	MMA COCHILCO CAL
Elaborar un catastro de proveedores de soluciones para descarbonizar procesos motrices vinculados actualmente en la gran y mediana minería	Permanente	MMIN	CAL
Impulsar incentivos económicos para favorecer el recambio tecnológico o de fuentes energéticas	Permanente	MEFT	MMIN MMA MH CORFO
Realizar seguimiento a la implementación de los planes de descarbonización de las empresas de la gran y mediana minería	Permanente	COCHILCO	MMIN
Fomentar el desarrollo de pilotos para la adopción tecnológica, mediante habilitación regulatoria como la modificación al Reglamento de Seguridad Minera, como también de otras acciones complementarias	Permanente	MMIN	SNGM CORFO
Realizar acciones de difusión de casos de éxitos y lecciones aprendidas	Permanente	MMIN	MEN
Costo de la medida	USD 181.000		
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética		
Medios de implementación asociados	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras, Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), Generación de conocimiento en materia de eficiencia en el transporte de material entre distintos procesos mineros, Identificación de alternativas de financiamiento climático		
Indicadores de seguimiento	Emisiones de GEI y MP debidos a procesos motrices Intensidad de emisiones de GEI debido a procesos motrices		
Análisis de género	<p>En los procesos vinculados a las actividades mineras que integren tecnologías limpias y el reemplazo de combustibles fósiles por electricidad, hidrógeno verde u otro, se impulsará garantizar una participación equitativa de mujeres y hombres en programas de capacitación y en roles laborales relacionados con el empleo y la gestión de la energía, conforme al Artículo 17 de la Ley N°21.455. Adicionalmente, se impulsará en los planes de flota cero emisiones incluyan consideraciones de género en su elaboración y se priorice de manera equitativa la participación de mujeres y hombres en su implementación. El seguimiento de la ejecución de estos planes incluirá indicadores de equidad de género.</p> <p>Por otra parte, fomentar el establecimiento de criterios de evaluación con enfoque de género para empresas proveedoras. Por ejemplo, priorizar empresas que tengan altos niveles de participación femenina en la propiedad de la empresa, en posiciones gerenciales, en los directorios de las empresas, o que hayan desarrollado e implementación de políticas de diversidad e inclusión, entre otros.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Ficha Medida de mitigación directa 2

Elemento		Contenido		
Identificación	Nombre	Descarbonización de procesos térmicos	ID	2025_Energía_UsosTérmicos
	Descripción	Medida que busca reducir las emisiones de carbono mediante la adopción de tecnologías más limpias y que desplacen el uso de combustibles fósiles en procesos térmicos. Estas fuentes energéticas pueden ser energías primarias renovables como la solar o geotérmica, como también hidrógeno verde o sus derivados, e-fuels, electricidad, entre otros. En particular, en este plan se identifican acciones específicas para la mediana y gran minería.		
	Periodo de implementación	2025 al 2050		
	Responsable medida	Ministerio de Energía		
	Participantes en la medida	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Comisión Chilena del Cobre, Servicio Nacional de Geología y Minería, Corporación de Fomento a la Producción, Corporación Alta Ley		
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional		
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía		
	Subsector afectado	Minería		
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas en procesos de calor y frío		
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP		
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP:</p> <p>Meta 4.2: Al 2030, las operaciones de la gran minería reduce al menos un 50% las emisiones de CO_{2eq}.</p> <p>Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 1.5 (energía): Al 2050, reducción de un 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en Industria y Minería, con respecto al 2018.</p> <p>PNM2050:</p> <p>Meta 49: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 46. Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040.</p>		
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Fomentar la adopción de tecnologías bajas en emisiones en reemplazo de las tecnologías térmicas que actualmente se utilizan en la industria		
	Acciones	Plazo	Resp.	Participantes
	Elaborar un diagnóstico de línea base respecto al consumo térmico en procesos mineros, tecnologías asociadas e identificación de experiencias exitosas y no exitosas	Año 1	MMIN	MEN MCTCI COCHILCO CAL
	Realizar un estudio para analizar la viabilidad técnica y económica actual y proyectada del desplazamiento de combustibles fósiles con la identificación de tecnologías y su potencial de éxito adaptadas a la ubicación y operación de diversas faenas mineras	Años 1 y 2	MMIN	MEN COCHILCO
	Fomentar el desarrollo de pilotos para la adopción tecnológica, mediante habilitación regulatoria como la modificación al Reglamento de Seguridad Minera, como también de otras acciones complementarias	Permanente	MMIN	SNGM CORFO
Elaborar un catastro de proveedores de soluciones para descarbonizar procesos térmicos vinculados actualmente en la gran y mediana minería	Permanente	MMIN	COCHILCO CAL	

Realizar acciones de difusión de casos de éxitos y lecciones aprendidas	Permanente	MMIN	MEN
Costo de la medida	USD 78.000		
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética		
Medios de implementación asociados	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras, Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), Identificación de alternativas de financiamiento climático		
Indicadores de seguimiento	Emisiones de GEI y MP debidos a procesos motrices Intensidad de emisiones de GEI debido a procesos motrices		
Análisis de género	<p>Se impulsará que las iniciativas de descarbonización de procesos térmicos puedan incluir políticas para garantizar la igualdad de oportunidades de empleo y formación en energías renovables para mujeres y hombres. Junto a esto se impulsará la realización de Análisis de impacto de género para asegurar que las medidas beneficien equitativamente a todas las personas, independientemente de su género.</p> <p>Por otra parte, fomentar el establecimiento de criterios de evaluación con enfoque de género para empresas proveedoras. Por ejemplo, priorizar empresas que tengan altos niveles de participación femenina en la propiedad de la empresa, en posiciones gerenciales, en los directorios de las empresas, o que hayan desarrollado e implementación de políticas de diversidad e inclusión, entre otros.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Ficha Medida de mitigación indirecta 1.

Elemento		Contenido			
Identificación	Nombre	Fomentar contratos de suministro de energía eléctrica 100% renovable	ID	2025_Minería_PPAREnovable	
	Descripción	Medida que reduce las emisiones de Alcance 2 de las empresas mineras al utilizar energía eléctrica que proviene de fuentes renovables certificadas. Busca adquirir energía eléctrica exclusivamente proveniente de fuentes renovables, como la solar, eólica, hidroeléctrica, entre otras. Esto busca reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental asociado con la generación de energía, promoviendo la participación de energías renovables en la matriz energética nacional.			
	Periodo de implementación	2025 a 2050			
	Responsable medida	Ministerio de Minería			
	Participantes en la medida	Ministerio de Energía, Ministerio de Medio Ambiente, Comisión Chilena del Cobre, Corporación Alta Ley, Coordinador Eléctrico Nacional			
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional			
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía			
	Subsector afectado	Generación eléctrica			
	Fuente emisora afectada	Plantas de generación eléctrica			
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP			
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP: Meta 4.3: Al 2030, el 90% de los contratos de energía eléctrica del sector minero proviene de fuentes renovables, alcanzando el 100% al 2050. Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>PNM2050: Meta 46. Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040. Meta 48. Un 90% de los contratos de energía eléctrica del sector minero proveniente de fuentes renovables al 2030 y el 100% al 2050. Meta 49: Establece metas de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización</p>			
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Fomentar la adopción de PPA renovables en la gran y mediana minería junto con el reconocimiento del atributo cero emisión para la cuantificación de huella de carbono corporativa			
		Acciones	Plazo	Resp.	Participantes
		Identificación de desafíos para adoptar PPA renovables en la mediana minería	Años 1 y 2	MMIN	MEN COCHILCO
		Articulación entre proveedores de ERNC y empresas mineras	Años 2 y 3	MMIN	MEN
		Articulación de las empresas mineras con RENOVA del Coordinador Eléctrico Nacional para inscribir los contratos de suministro de electricidad renovables	Permanente	MMIN	MEN CEN
		Apoyar el reconocimiento del atributo cero emisión de los PPA renovables en la cuantificación de emisiones de GEI con enfoque corporativo	Permanente	MMA	MMIN CEN
	Seguimiento de la implementación de contratos de ERNC en la industria minera	Permanente	COCHILCO	MMIN CEN	

Costo de la medida	No tiene contabilización directa de costos
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética
Medios de implementación asociado	Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE)
Indicadores de seguimiento	Porcentaje de cobertura de los PPA renovables en la gran minería y en la mediana minería
Análisis de género	No aplica a la medida

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Ficha Medida de mitigación indirecta 2

Elemento		Contenido			
Identificación	Nombre	Incentivar la gestión de huella de carbono de los proveedores de la industria minera	ID	2025_Minería_Proveedores	
	Descripción	Incentivar la reducción de la intensidad de emisiones de la cadena de suministro de la industria minera mediante la coordinación público privada y el fomento a la generación de instrumentos directos e indirectos que promuevan a los proveedores a gestionar su huella			
	Periodo de implementación	2025 a 2050			
	Responsable medida	Ministerio de Minería			
	Participantes en la medida	Ministerio de Medio Ambiente, Comisión Chilena del Cobre, Corporación Alta Ley			
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional			
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía			
	Subsector afectado	Industrias varias			
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas y móviles			
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP			
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP: Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>PNM2050: Meta 49: Establece metas de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización</p>			
Objetivo específico de la medida	Incentivar a los proveedores nacionales de las empresas mineras a suministrar productos y servicios con bajas emisiones de gases de efecto invernadero				
Plan de acción		Acciones	Plazo	Resp.	Participantes
		Establecer línea base para saber cuántos proveedores mineros miden su huella de carbono, tanto a nivel organizacional como a nivel de producto, como también analizar alineamiento metodológico	Años 1 y 2	MMIN	MMA CAL COCHILCO
		Fomentar el desarrollo de un instrumento oficial que homologue y estandarice la medición de huella de carbono (organizacional y producto) de los proveedores mineros para que los estos certifiquen sus emisiones	Años 1-3	MMA	MMIN CAL
		Generar una ruta del alcance 3 en la minería con potenciales acciones asociadas a proyectos traccionantes y habilitantes al 2025 para avanzar coordinados en la descarbonización del sector	Año 2	MMIN	CAL
		Diseñar un mecanismo de recolección y mantención confidencial y seguro de emisiones promedio para productos específicos de proveedores mineros locales que asegure el resguardo de la información que las empresas consideran estratégica	Años 3 al 5	MMIN	CAL
		Generar rondas de capacitación y entrenamiento a proveedores mineros de distintos tamaños y ubicación geográfica asociado al instrumento de medición de Huella Chile	Permanente	MMIN	MMA CAL
		Fomentar el desarrollo de incentivos desde las empresas mineras para que los proveedores mineros midan y reporten su huella de carbono organizacional y de producto	Permanente	MMIN	MMA CAL COCHILCO

Costo de la medida	USD 125.000
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética
Medios de implementación asociado	Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), Identificación de alternativas de financiamiento climático
Indicadores de seguimiento	Número de empresas proveedoras de la minería que miden y gestionan la huella de carbono de productos y servicios Número de empresas mineras que diseñan e implementan incentivos para que sus proveedores gestionen la huella de carbono de sus productos y servicios
Análisis de género	Se debe hacer esfuerzo por asegurar la participación de mujeres en los programas de capacitación y entrenamiento a proveedores mineros. Además buscar que las empresas que tengan altos niveles de participación femenina en la propiedad de la empresa, en posiciones gerenciales, en los directorios de las empresas, o que hayan desarrollado e implementación de políticas de diversidad e inclusión, entre otros.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Ficha Medida de mitigación directa 3

Elemento		Contenido		
Identificación	Nombre	Avanzar en estándares mínimos de Rendimientos Energéticos (MEPS) para motores de hasta 100 HP	ID	2025_Energía_MEPS
	Descripción	Promover la adopción de motores eléctricos con altos niveles de eficiencia energética. Actualmente existe un MEPS para motores de hasta 10 HP (7.5 kW), esta medida abarcaría un rango mayor llegando a motores de 100 HP (75 kW).		
	Periodo de implementación	2025 a 2050		
	Responsable medida	Ministerio de Energía		
	Participantes en la medida	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Comisión Chilena del Cobre, Corporación de Fomento a la Producción, Corporación Alta Ley		
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional		
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía		
	Subsector afectado	Minería		
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas y móviles que tengan motor		
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP		
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP:</p> <p>Meta 1.5 (energía): Al 2050, reducción de un 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en Industria y Minería, con respecto al 2018.</p> <p>Meta 4.2: Al 2030, las operaciones de la gran minería reduce al menos un 50% las emisiones de CO_{2eq}.</p> <p>Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 4.5: Al 2050, el 100% de las empresas cuenta con sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética.</p> <p>Meta 1.5 (energía): Al 2050, reducción de un 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en Industria y Minería, con respecto al 2018.</p> <p>PNM2050:</p> <p>Meta 46. Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040.</p> <p>Meta 49. Establece metas de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 50. 100% de las empresas cuentan con sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética al 2050</p>		
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Fomentar el recambio de motores en la industria por motores con altos niveles de eficiencia energética		
		Acciones	Plazo	Resp.
		Estudio de línea base de motores en la gran y mediana minería, junto con un catastro de proveedores (caracterización de la oferta y demanda)	Años 1 y 2	MMIN
		Explorar alternativas de cooperación público-privadas para el desarrollo de un programa de recambio de motores	Años 1 a 3	MMIN
		Elaborar un catálogo público de proveedores de motores eficientes	Año 3	MMIN
	Acciones de promoción y difusión continua para la adopción de motores de alta eficiencia energética y articulación entre proveedores y empresas mineras	Permanente	MMIN	
			Participantes	
			MEN COCHILCO	
			MEN MEFT MMA COCHILCO CAL CORFO	
			MEN CAL	
			MEN CAL	

	Monitoreo anual a implementación de recambio de motores	Permanente	COCHILCO	MMIN MEN
	Avanzar en certificaciones de eficiencia energética para motores y en un estándar MEPS para motores de hasta 100 HP	Permanente	MEN	MMIN COCHILCO
Costo de la medida	USD 67.000			
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética			
Medios de implementación asociados	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras, Generación de conocimiento en materia de eficiencia en el transporte de material entre distintos procesos mineros, Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), Identificación de alternativas de financiamiento climático			
Indicadores de seguimiento	Número de proveedores identificados y presentes en el catálogo Número de recambios de motores implementados en las empresas mineras			
Análisis de género	<p>En los procesos de recambio de motores, asegurar una participación equitativa de mujeres y hombres en programas de capacitación, así como en los roles laborales vinculados al uso de maquinarias que impliquen esta transición, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 17 de la Ley N°21.455.</p> <p>Por otra parte, fomentar el establecimiento de criterios de evaluación con enfoque de género para empresas proveedoras. Por ejemplo, priorizar empresas que tengan altos niveles de participación femenina en la propiedad de la empresa, en posiciones gerenciales, en los directorios de las empresas, o que hayan desarrollado e implementación de políticas de diversidad e inclusión, entre otros.</p>			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Ficha Medida de Mitigación directa 4

Elemento		Contenido		
Identificación	Nombre	Fortalecimiento de los sistemas de gestión de energía	ID	2025_Energía_SGE
	Descripción	Se propone fortalecer la revisión de los Sistemas de Gestión de Energía que deben implementar las compañías mineras, con énfasis en mostrar resultados reales de avance y reducciones efectivas, apoyando especialmente a aquellas compañías que no están reportando bajo la ley de eficiencia energética.		
	Periodo de implementación	2025 a 2050		
	Responsable medida	Ministerio de Energía		
	Participantes en la medida	Ministerio de Minería, Comisión Chilena del Cobre		
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional		
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía		
	Subsector afectado	Minería		
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas y móviles		
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP		
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP:</p> <p>Meta 4.2: Al 2030, las operaciones de la gran minería reducen al menos un 50% las emisiones de CO_{2eq}.</p> <p>Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 4.5: Al 2050, el 100% de las empresas cuenta con sistema de gestión y auditorías para la eficiencia energética.</p> <p>PNM2050:</p> <p>Meta 46. Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040.</p> <p>Meta 49. Establece metas de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización</p> <p>Meta 50. 100% de las empresas cuentan con sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética al 2050.</p>		
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Promover el diseño e implementación de sistemas de gestión de energía en las empresas mineras		
		Acciones	Plazo	Resp.
		Realizar una línea base de implementación de SGE en la gran y mediana minería identificando alcances de los SGE, planes de eficiencia energética, buenas prácticas y/o brechas para la implementación	Año 1	MMIN
		Fomentar la creación de una red eficiencia energética donde las empresas grandes y medianas puedan compartir experiencias y generar trabajo colaborativo	Año 2 y 3	MMIN
		Monitorear continuamente la implementación de SGE como también indicadores sobre el consumo y la eficiencia energética	Permanente	COCHILCO
		Realizar recomendaciones de acciones de eficiencia energética en el sector minero	Permanente	MEN
		Realizar trabajo colaborativo público-privado para la adopción de SGE y el fomento a reportar voluntariamente en los instrumentos de la Ley de Eficiencia Energética en aquellas empresas que no estén reguladas por dicha ley	Permanente	MMIN
			COCHILCO MEN	
			MEN	
			MEN	
			MMIN COCHILCO	
			MEN	

Fortalecer el registro de consultores de eficiencia energética		Permanente	MEN	MMIN
Formación de Gestores Energéticos para la gran y mediana minería		Permanente	MEN	MMIN
Costo de la medida	USD 72.000			
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética			
Medios de implementación asociados	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras, Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE)			
Indicadores de seguimiento	Número de empresas que diseñan e implementan Sistemas de Gestión de Energía Número de empresas que reportan sus consumos energéticos al Ministerio de Energía			
Análisis de género	Aplicar enfoque de género en el fortalecimiento del registro de consultores de eficiencia energética (MEN), asegurando una participación de mujeres en el rubro. Asegurar la integración de mujeres en el proceso de Formación de Gestores Energéticos para la gran y mediana minería (MEN). Integrar un enfoque de género en la red de eficiencia energética, asegurando la participación de mujeres en esta red.			

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Componente adaptación

Tabla 12. Ficha Medida de Adaptación 1

Reducir el consumo de agua continental en la industria minera mediante el uso de fuentes alternativas, reúso y eficiencia										
Elemento	Sub-elemento	Contenido								
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Reducir el consumo de agua continental en la industria minera, mediante la promoción y adopción de fuentes alternativas, estrategias de reúso y medidas de eficiencia hídrica								
	Lineamiento estratégico	Seguridad hídrica para la continuidad de las operaciones								
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida busca disminuir el porcentaje de agua continental utilizado para la industria minera, promoviendo otras fuentes que no compitan con el consumo humano, la eficiencia hídrica y la reutilización de aguas residuales, mediante el desarrollo de talleres de concientización, la evaluación de necesidades tecnológicas sobre el uso hídrico, programas de reconocimiento de proyectos pilotos en empresas mineras, facilitar el acceso a información y orientaciones legales, así como facilitar la participación del sector minero en la gestión de agua a nivel cuencas.								
	Indicador Medida	1. Porcentaje de reducción del consumo de agua continental en la industria minera (cuantitativo) 2. Número de empresas mineras que han desarrollado proyectos de reducción de agua continental y fuentes que no compitan con el consumo humano (cuantitativo)								
	Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería							
	Alcance	Beneficiarios	- Empresas mineras que participarán de los proyectos piloto - Usuarios de agua en las cuencas de instalación de las actividades mineras							
Territorial		A nivel nacional, aplicable a las regiones donde se encuentren las empresas mineras								
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)/NDC	General: Seguridad hídrica: Operaciones mineras menos vulnerables a la escasez hídrica en lugares donde el acceso al agua es limitado y existe riesgo de sequía. Pérdidas, daños y costos de inacción: Costos asociados a la extracción, tratamiento y suministro de agua a largo plazo, así como de la continuidad de las operaciones mineras. Co-beneficios en mitigación o adaptación: Disminución de la contaminación del agua y degradación del suelo, Conservación de ecosistemas acuáticos y terrestres Soluciones basadas en la Naturaleza: Implementación de prácticas en la reutilización de agua, como el uso de sistemas de tratamiento con humedales artificiales, o sistemas de recolección agua lluvia en zonas altoandinas.			Sistemas Humanos: Movilidad humana: La preservación del recurso hídrico local contribuye indirectamente a mantener la estabilidad de las comunidades cercanas a las operaciones mineras. Medios de Implementación: Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Desarrollo de capacidades de las empresas mineras enfocadas a buscar soluciones sostenibles ante la escasez hídrica y fomento de la investigación en las áreas de sequía y cambio climático. Transferencia tecnológica: Al invertir en el desarrollo de tecnologías avanzadas para tratar y reutilizar el agua utilizada en sus procesos, contribuye a la adopción tecnológica asociada a crear condiciones para la acción climática Financiamiento y fomento productivo: Fomenta el financiamiento desde el sector privado a proyectos para la gestión hídrica en minería.					
	Sinergia con otras políticas públicas	Política Nacional Minera 2050 - Metas: - Disminuye el porcentaje de agua continental usado en la industria minera, no superando el 10% de las aguas totales utilizadas al 2030 y el 5% al 2050, promoviendo otras fuentes que no compitan con el consumo humano - Participa de manera activa en el desarrollo de la gestión integrada por cuencas (GIRH) al 2030 y mantiene una mejora continua de la GIRH al 2050 - Promueve la publicación de guías para entender el marco jurídico, normativa y permisos necesarios para el desarrollo de plantas desaladoras de agua de mar al 2025 - Prioriza la elaboración de un plan de acción tecnológico (PAT) del sector minero, en el marco de la estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático al 2025								
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación (Principales actividades que se deben realizar para el cumplimiento de la meta de la medida)	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		Actividades	1. Realizar estudio que determine la línea base de consumo de agua	Realizar un estudio para establecer la línea base, caracterizar los	Generar plan de trabajo que habilite su implementación				Ministerio de Minería	Ministerio de Ciencia, Tecnología,

		continental en la industria minera	procesos mineros con consumo hídrico e identificar alternativas de solución					Conocimiento e Innovación			
		Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que está considerado en las medidas transversales relativas a medios de implementación								
		Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación				
			Elaboración del estudio	1	Unidad	Estudio publicado	C				
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		2. Incentivar el desarrollo de proyectos de eficiencia hídrica en las operaciones de las empresas mineras	Actividades	-	Diseñar el programa e identificar oportunidades para implementar proyectos de eficiencia en el consumo de agua en diferentes procesos mineros.	Seguimiento a la implementación de los proyectos de eficiencia hídrica	Difusión de los resultados y las lecciones aprendidas	Ministerio de Minería	ASCC CORFO Gremios	0	
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con gremios y empresas							
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación		Categorización Medios de Implementación		
			Número de proyectos piloto de reúso de agua implementados	1	Proyectos piloto	Documento con resultados de los proyectos implementados	T				
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		3. Incentivar el desarrollo de proyectos piloto para identificar otras fuentes hídricas, no desaladoras	Actividades	-	Diseñar el programa e identificar proyectos piloto, considerando las tecnologías priorizadas en el PAT, que evalúen la prefactibilidad técnica y ambiental para el uso de fuentes de agua alternativas	Seguimiento a la implementación de los proyectos de nuevas fuentes hídricas	Seguimiento a la implementación de los proyectos de nuevas fuentes hídricas	Difusión de los resultados y las lecciones aprendidas	Ministerio de Minería	ASCC CORFO Gremios Dirección General de Aguas (DGA)	0
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con gremios y empresas							
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación			
			Número de proyectos piloto implementados para identificar fuentes alternativas	1	Proyectos piloto	Documento con resultados de los proyectos implementados	T F				
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		4. Promover la innovación en proyectos de reutilización de	Actividades	-	Diseñar el programa e identificar oportunidades para implementar	Seguimiento a la implementación de los proyectos	Seguimiento a la implementación de los proyectos	Difusión de los resultados y las lecciones aprendidas	Ministerio de Minería CORFO	0	

		agua en la operación minera, escalando los actuales e implementando nuevos dentro del marco legal existente		proyectos de reúso de agua en diferentes procesos mineros	de reúso de agua	de reúso de agua			Gremios		
		Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con gremios y empresas								
		Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación		Categorización Medios de Implementación		
			Número de proyectos piloto de reúso de agua implementados		1	Proyectos piloto	Documento con resultados de los proyectos implementados		T		
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		5. Facilitar el acceso a información y orientaciones sobre el marco legal y permisos necesarios para el desarrollo de nuevas fuentes de agua, tales como infraestructura multiusos	Actividades	Desarrollar y difundir material informativo actualizado sobre el marco legal, permisos necesarios y beneficios comunitarios del desarrollo de nuevas fuentes de aguas, considerando cambios legislativos y regulatorios	Organizar capacitaciones para brindar orientación sobre los procesos de obtención de permisos y cumplimiento de la normativa	Actualización de información y organización de capacitaciones	Actualización de información y organización de capacitaciones	Actualización de información y organización de capacitaciones	Ministerio de Minería	MMA DGA Directemar	0
				Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas						
			Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación		Categorización Medios de Implementación (T, C, F u O)	
		Número de empresas mineras y partes interesadas que acceden al material informativo y participan eventos de capacitación		10	Empresas mineras	Reportes de actividades participativas Encuestas de satisfacción		C			
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		6. Promover la concientización y capacitación, tanto a nivel directivo como operativo, sobre la importancia de reducir y reutilizar el agua en la minería metálica y no metálica	Actividades	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Ministerio de Minería	Gremios	0
				Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas y realización de actividades con recursos propios						
			Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación		Categorización Medios de Implementación	
		Número de capacitaciones sobre la importancia de la reducción y reúso del agua		1	Capacitaciones	Reportes de actividades Encuestas de satisfacción de las capacitaciones		C			

Tabla 13. Ficha Medida de Adaptación 2

Fomentar la elaboración de Planes de Adaptación de Cambio (PACC) Climático y Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) en la industria										
Elemento	Sub-elemento	Contenido								
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Incentivar la preparación, planificación e implementación de acciones por parte de actores de la industria frente a los eventos climáticos y la gestión de riesgo de desastres, incluyendo las mejores prácticas nacionales e internacionales, abarcando el ciclo de vida de un proyecto minero.								
	Lineamiento estratégico	Diseño, planificación, operación y cierre de la actividad minera bajo escenarios de cambio climático								
	Descripción y resultado esperado de la medida	Fomentar que las empresas elaboren e implementen planes de adaptación frente al cambio climático y la gestión del riesgo de desastre para sus operaciones, facilitando su desarrollo colaborativo con las comunidades aledañas y organismos competentes, y proporcionando apoyo especializado a las pequeñas mineras a través de asociaciones y/o gremios. META: A 2030 al menos el 15% de las empresas mineras contarán con su correspondiente Plan de Adaptación al cambio climático								
	Indicador Medida	Número de empresas mineras que elaboran y adoptan Planes y/o Acciones de Adaptación al cambio climático y GRD (Cualitativo)								
	Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería							
	Alcance	Beneficiarios	- Empresas mineras que participarán en la elaboración de sus Planes de Adaptación							
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>General:</p> <p>Pérdidas, daños y costos de inacción: Reducción de costos asociados a pérdidas operativas y daños en la infraestructura y activos (puertos, caminos, relaveras, otros) por la implementación de los planes de adaptación y GRD, y sus medidas</p> <p>Co-beneficios en mitigación o adaptación: Integración de medidas que aporten a la seguridad energética e hídrica, que se traducen en reducción de emisiones GEI</p> <p>Fortalecimiento de la Gobernanza:</p> <p>Institucionalidad y gobernanza: Fortalece la gobernanza del Ministerio de Minería sobre la ejecución de acciones para el aumento de la resiliencia al cambio climático en las empresas mineras</p> <p>Sistemas Humanos: Igualdad y equidad de género: Inclusión y participación equitativa de mujeres y hombres en todas las etapas del proceso de elaboración. Movilidad humana: Colaboración con las comunidades locales al reducir la exposición a riesgos climáticos en las instalaciones mineras y sus alrededores. Otros grupos vulnerables específicos: Reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas circundantes mediante la gestión de riesgos climáticos en instalaciones mineras. Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Elaboración de medidas de GRD específicas para las instalaciones mineras, incluyendo evaluaciones de riesgo y protocolos de respuesta.</p> <p>Medios de Implementación: Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Desarrollo de capacidades de adaptación al cambio climático por parte de las industrias mineras. Transferencia tecnológica: La elaboración de planes de adaptación frente al cambio climático y GRD genera condiciones para la búsqueda de tecnologías que ayuden a las empresas mineras a responder a la resiliencia climática Financiamiento y fomento productivo: La implementación de los Planes para las empresas mineras resultará en financiamiento privado para el aumento de la resiliencia de sus operaciones y zonas aledañas</p>								
	Sinergia con otras políticas públicas	<p>Ley 21.364/2021 y DS86/2023: Art. 26 Elaboración del Plan Sectorial de Gestión de Riesgo de Desastres del sector minero</p> <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 2: - Fortalecer la gobernanza de la gestión del riesgo de desastres</p>								
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		Actividades	<p>1. Establecer una guía para la elaboración de Planes de Adaptación al Cambio Climático (PACC) y GRD para empresas mineras, en conjunto con</p> <p>Elaboración de la guía mediante la contratación de una consultoría externa que proporcione lineamientos para que las empresas puedan desarrollar sus PACC y GRD en concordancia con los instrumentos</p> <p>Publicación y difusión de la guía a través de un programa de sensibilización y capacitación.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>Ministerio de Minería</p> <p>MMA SENAPRED Gremios</p> <p>39.000</p>							

	organizaciones y gremios mineras	reguladores y de planificación del territorio.							
	Costo	39000	0						
	Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación		
		Elaboración de la guía		1	Unidad	Guía publicada	C		
		Número de mineras participantes en los eventos de difusión y capacitación		15	Empresas	Minutas de eventos			
	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
	2. Elaborar e implementar el Plan Sectorial de Gestión de Riesgo de Desastres bajo mandato de la ley 21.364	Actividades	Elaboración del Plan Sectorial de GRD del sector minero mediante la contratación de una consultora externa.				Ministerio de Minería	SENAPRED	110.000
		Costo	110.000						
	Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación		
		Elaboración del Plan		1	Unidad	Plan publicado	C		
	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
	3. Apoyar el desarrollo de los Planes de Adaptación al Cambio Climático y GRD en empresas de la gran y mediana minería	Actividades	-	Desarrollar una red de intercambio de buenas prácticas entre empresas de la gran y mediana minería que tengan PACC y GRD, para identificar brechas y potenciar el intercambio de conocimientos. Diseñar un programa que fomente la generación de PACC y GRD en la industria	Elaborar el programa mediante la contratación de una consultora externa e identificar al menos cuatro grandes y medianas empresas que se comprometan a formular e implementar sus Planes de Adaptación al Cambio Climático y GRD			Ministerio de Minería	Empresas mineras 22.000
		Costo		0	22.000	0			
	Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación		
		Elaboración del programa		1	Unidad	Programa publicado	O		
		Número de empresas que desarrollen sus planes		4	Empresas	Planes desarrollados por las empresas mineras			
	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
	4. Apoyar con asesoramiento	Actividades	-	-	-	Diseñar y elaborar un programa que	Implementación del programa	Ministerio de Minería	Sernageomin 55.000

		comunitaria y la inclusión de pueblos indígenas en el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático		participación comunitaria y pasos claves para integrarla	inclusiva en sus PACC, con la participación de al menos 3 empresas	oportunidades de mejora			SEREMIAS	Empresas mineras
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas, gremios y empresas mineras						
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización	Medios de Implementación	
				Número de empresas que participan de los espacios informativos	15	Empresas	Listado de recomendaciones y lecciones aprendidas sobre la participación de comunidades aledañas mineras	C		
				Número de empresas que han integrado la participación ciudadana en sus proyectos o PACC	3		Reporte del evento participativo			
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	248.000 USD								
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 								

Tabla 14. Ficha Medida de Adaptación 3

Fortalecer los planes de cierre bajo evaluación de escenarios de cambio climático y sistemas de gestión de relaves operativos		
Elemento	Sub-elemento	Contenido
Descripción de la Medida	Objetivo específico OE2	Incentivar la preparación, planificación e implementación de acciones por parte de actores de la industria frente a los eventos climáticos y la gestión de riesgo de desastres, incluyendo las mejores prácticas nacionales e internacionales, abarcando el ciclo de vida de un proyecto minero.
	Lineamiento estratégico LE-A2	Diseño, planificación, operación y cierre de la actividad minera bajo escenarios de cambio climático
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida apunta a fortalecer los planes de cierre de faenas mineras considerando la evaluación del riesgo climático así como en los relaves por parte de las empresas mineras. Esta medida busca implementar acciones preventivas en el cierre de faenas mineras como la reducción de la exposición y vulnerabilidad a las amenazas climáticas en relaves, asegurando su estabilidad fisicoquímica y minimizando su impacto en poblaciones aledañas y a nivel cuenca. La medida también busca dar a conocer los beneficios de la implementación de sistemas de gestión de relaves conforme al Estándar Global de Gestión de Relaves del ICMM considerando, de igual forma, la evaluación del riesgo climático, en las empresas mineras. Esto se desarrollará mediante capacitaciones sobre el uso del estándar y el intercambio de buenas prácticas.
	Indicador Medida	Porcentaje de empresas mineras que han actualizado sus planes de cierre evaluando el riesgo climático (Cuantitativo)
	Instituciones	Coordinador Ministerio de Minería
	Alcance	Beneficiarios - Empresas mineras que participarán en la elaboración de sus planes de cierre de minas y sistemas de gestión de relaves Territorial A nivel nacional, aplicable a las regiones donde se encuentren los relaves mineros
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación de fundamentos basados en la ciencia: Incorporación escenarios climáticos para el diseño de acciones preventivas para la gestión de relaves operativos y planes de cierre de minas. - Seguridad hídrica: Busca dar respuesta a los impactos potenciales del cambio climático en la hidrología local y relaves mineros. - Pérdidas, daños y costos de inacción: El fortalecimiento de los planes de cierre de minas puede facilitar una mejor transición hacia el cierre de las operaciones mineras, minimizando los costos económicos y sociales. - Co-beneficios en mitigación o adaptación: Reducción de riesgos de contaminación del agua y suelo mediante la prevención de deslizamientos de relave que podrían afectar a los ecosistemas cercanos. <p>Fortalecimiento de la Gobernanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Institucionalidad y gobernanza: Fortalece la gobernanza del Ministerio de Minería sobre la ejecución de acciones para el aumento de la resiliencia al cambio climático en los relaves mineros <p>Sistemas Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otros grupos vulnerables específicos: Estabilidad de los relaves mineros a largo plazo, mitigando los riesgos asociados a las comunidades locales y sus medios de vida. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Integración de la GRD en la planificación y diseño de los planes de cierre de minas. <p>Medios de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Contribuye al desarrollo de capacidades en las industrias mineras con respecto a los relaves para avanzar hacia la resiliencia frente a las amenazas climáticas - Transferencia tecnológica: Implementación de tecnologías que respondan a aumentar la resiliencia ante riesgo climático en relaves - Financiamiento y fomento productivo: Inversión privada por parte de las empresas mineras para medidas adaptativas ante el riesgo climático en relaves
	Sinergia con otras políticas públicas	<p>Política Nacional Minera 2050 - Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No cuenta con relaves en situación de abandono, ni críticos para la población al 2050 - El 100% de los relaves operativos de la gran y mediana minería cuenta con un Plan de Monitoreo Integral y que reporta información a Sernageomin relativa a la estabilidad física y química - Establece un porcentaje de reducción de la generación de relaves convencionales, fomentando otras formas de depositación, como filtrados, espesados o en pastas, dando cumplimiento al 2050 <p>Política Nacional de Depósitos de Relaves - Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fortalecer el monitoreo, reportabilidad y fiscalización de los depósitos de relaves e implementar y coordinar medidas en caso de emergencias. <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificar e invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia

Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsables	Colaboradores	Costo total acción
		1. Establecer guía de orientaciones sobre la evaluación del riesgo climático y su vulnerabilidad para incorporación en los planes de cierre de faenas mineras en el marco de la Ley 20.551	Actividades	Levantamiento de información y antecedentes	Identificación de recomendaciones asociadas a la evaluación de riesgos climáticos en relaves para los planes de cierre	Elaboración, publicación y divulgación de la guía de orientaciones	-	-			Sernageomin
Costo	0						0	55.000			
Indicadores de seguimiento	Nombre			Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación				
	Elaboración de la guías			1	Guía	Guía publicada	C				
2. Fortalecer capacidades en la industria minera para la inclusión de escenarios de cambio climático dentro de los planes de cierre de faenas mineras: capacitaciones.	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
	Actividades				Desarrollar capacitaciones sobre el uso de escenarios climáticos en los planes de cierre de faenas mineras para identificar necesidades y deficiencias en su implementación			Sernageomin	Ministerio de Minería Gremios y empresas mineras	0	
											Costo
	Indicadores de seguimiento	Nombre			Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación			
Número de empresas participantes en la sesión de red de intercambio			10	Empresas	Reporte del espacio participativo	C					
3. Promover la implementación de sistemas de gestión de relaves con enfoque de cambio climático: capacitaciones	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
	Actividades				Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático			Ministerio de Minería	Sernageomin Gremios y empresas mineras	0	
											Costo

			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de implementación
				Número de empresas mineras que participan en el intercambio de buenas prácticas	10	Empresas	Listado de empresas participantes	C
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	55.000	USD					
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 						

Tabla 15. Ficha Medida de Adaptación 4

Fortalecer los protocolos de salud y seguridad laboral enfocados en eventos climáticos, con especial consideración de la pequeña minería		
Elemento	Sub-elemento	Contenido
Descripción de la Medida	Objetivo específico OE3	Generar condiciones para garantizar un entorno laboral seguro y preparado para enfrentar los desafíos del cambio climático en las y los trabajadores del sector minero, con enfoque en la pequeña minería
	Lineamiento estratégico LE-A3	Aseguramiento del bienestar de los y las trabajadoras ante eventos extremos climáticos
	Descripción y resultado esperado de la medida	<p>La medida busca la creación o actualización de protocolos en las empresas mineras, con enfoque en la pequeña minería, que aseguren la salud, la seguridad y el bienestar de los y las trabajadoras ante las variables climáticas de temperatura, como eventos de olas de calor y heladas extremas; y de protocolos de seguridad laboral para la inclusión de respuesta ante los riesgos climáticos como aluviones, precipitaciones extremas.</p> <p>Para su cumplimiento se espera plantear una guía para el desarrollo de dichos protocolos, tomando como referencia los lineamientos de la "Guía para la implementación del plan para la reducción del riesgo de desastres en centros de trabajo", el "Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo", u otras existentes. Una vez elaborada dicha guía, se espera que las empresas mineras implementen sus propios protocolos de la mano de un acompañamiento desde el Ministerio.</p> <p>META: Al 2030, el 100% de las empresas de gran/mediana minería habrán implementado protocolos de salud y seguridad laboral para la protección y preparación de las y los trabajadoras ante eventos climáticos.</p>
	Indicador Medida	Porcentaje de empresas mineras con protocolos de salud y seguridad laboral implementados (cuantitativo)
	Instituciones	Coordinador Ministerio de Minería
	Beneficiarios	- Trabajadores y trabajadoras de empresas mineras que incluirán un protocolo de salud y seguridad laboral considerando los escenarios climáticos
Sinergias de la Medida	Alcance	Territorial A nivel nacional, aplicable a las regiones donde se encuentren las empresas mineras
	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación de fundamentos basados en la ciencia: Incorporación riesgos bajo escenarios climáticos para el diseño de acciones preventivas para asegurar el confort y seguridad a los y las trabajadoras - Pérdidas, daños y costos de inacción: Reducción de costos asociados con la atención médica de emergencia, compensaciones laborales y pérdida de productividad, mejorando la rentabilidad a largo plazo. - Co-beneficios en mitigación o adaptación: El desarrollo de un protocolo puede ayudar al uso eficiente de calefactores, aires acondicionados, entre otros, que resultarán en la reducción de GEI <p>Sistemas Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Igualdad y equidad de género: Incorporación de perspectivas de género en la elaboración de protocolos de salud y seguridad laboral, teniendo en cuenta las necesidades y preocupaciones específicas de hombres y mujeres en el contexto minero y ante eventos climáticos. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Disminución del riesgo de lesiones y enfermedades ocupacionales debido a eventos climáticos extremos entre los trabajadores mineros, mejorando su calidad de vida y bienestar general. - Establecimiento de protocolos de emergencia y capacitación del personal frente a eventos climáticos extremos. <p>Medios de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Contribuye al desarrollo de capacidades y competencias en los trabajadores y trabajadoras, para avanzar hacia la resiliencia frente a los efectos del cambio climático - Transferencia tecnológica: Apoya la generación de competencias digitales en los trabajadores y trabajadoras con el fin de estar más informados respecto a los eventos climáticos. - Financiamiento y fomento productivo: Apoya la formación y/o reconversión de trabajadores y trabajadoras para que sean parte de las nuevas industrias mineras sustentables
Sinergia con otras políticas públicas	<p>Política Nacional Minera 2050 - Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Genera los espacios para apuntar a cero fatalidad, en donde la gran minería tiene estándares internacionales - Crea un ambiente laboral seguro, disminuyendo en 75% la tasa de gravedad; en 45% la de frecuencia al 2030, y las mantiene al 2050 - Medidas para la protección de los derechos laborales y el mejoramiento de la salud y seguridad laboral para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes. <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar una respuesta eficiente y eficaz 	

		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación (Principales actividades que se deben realizar para el cumplimiento de la meta de la Medida)	1. Desarrollar recomendaciones para la actualización de los protocolos de salud y seguridad laboral en base a los riesgos climáticos identificados considerando un enfoque de género y diversidad de grupos vulnerables, en colaboración con expertos en salud ocupacional y cambio climático.	Realizar un diagnóstico de los protocolos existentes de seguridad y salud en el trabajo para empresas mineras, identificando áreas de mejora. Diseñar un plan de trabajo para elaborar una guía con recomendaciones.	Elaboración y publicación de la guía con recomendaciones. Difusión y capacitación de la guía				Ministerio de Salud	Gremios mineros SUSESO Instituto de Seguridad Laboral	61.000
		Costo	33.000	28.000						
		Indicadores de seguimiento	Nombre			Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación	
			Elaboración de la guía			1	Unidad	Guía publicada	C	
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		2. Establecer un programa para la implementación de los protocolos de salud y seguridad laboral en base a los riesgos climáticos		Diseño del programa	Elaborar un programa de reconocimiento y certificación para la implementación de protocolos que consideren el riesgo climático en grandes, medianas y pequeñas mineras, mediante una consultora externa.	Difusión y seguimiento		Ministerio de Minería	Ministerio de Salud Sernageomin Gremio y empresas mineras	55.000
		Costo		0	55.000					
		Indicadores de seguimiento	Nombre			Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación	
			Número de empresas participantes de las campañas de sensibilización. Porcentaje de grandes/mediana mineras que cuentan con protocolos de seguridad			15 100	Empresas Porcentaje Porcentaje	Reporte de las actividades Número de protocolos de seguridad y salud laboral considerando el riesgo climático	C	
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
3. Promover la cultura de seguridad climática a través	Diseño de campañas de sensibilización y comunicación	Implementación de las campañas de sensibilización y comunicación	Implementación de las campañas de sensibilización y comunicación	Implementación de las campañas de	Implementación de las campañas de	Ministerio de Minería	Ministerio de Salud Gremio y	28.000		

		de campañas de sensibilización y comunicación dirigidas a los y las trabajadoras del sector minero, con enfoque en la pequeña minería	sobre los riesgos climáticos dirigidas a los y las trabajadoras mineros			sensibilización y comunicación	sensibilización y comunicación		empresas mineras	
			Costo	28.000	La implementación se hará con gestión propia, por lo que no tiene costo asociado					
			Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación	
				Número de empresas participantes en las campañas de sensibilización		25	Empresas	Reporte de las actividades	C	
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	144.000	USD							
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 								

Tabla 16. Ficha Medida de Adaptación 5

Recuperar ecosistemas y servicios ecosistémicos degradados por operaciones mineras abandonadas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza (SbN)								
Elemento	Sub-elemento	Contenido						
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales del sector y aumentar los niveles de resiliencia.						
	Lineamiento estratégico	Soluciones basadas en la naturaleza						
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida busca la recuperación de ecosistemas degradados (como acuíferos, salares, zonas altoandinas, otros) y/o sus servicios ecosistémicos alterados (como la regulación de agua por afectación en fuentes hídricas aguas arriba o su contaminación, por ejemplo, con drenaje ácido) principalmente por el impacto de las operaciones mineras abandonadas. Para el desarrollo de esta medida se espera contar con una gobernanza que asegure un plan para la recuperación de las zonas degradadas por operaciones mineras abandonadas, el reconocimiento de estas y su análisis de riesgo considerando los escenarios climáticos, así como un programa de recuperación de estos mediante un trabajo conjunto público-privado priorizando las SbN. En el caso de depósitos de relaves mineros abandonados, la medida busca responder al Plan Nacional de Depósitos de Relaves Mineros del Ministerio de Minería, en específico al Objetivo 2 de "fomentar la remediación de depósitos de relaves abandonados e inactivos que se encuentren ubicados en la cercanía de zonas pobladas".						
	Indicador Medida	Número de zonas degradadas por la actividad minera que se han restaurado utilizando soluciones basadas en la naturaleza						
	Instituciones	<table border="1"> <tr> <td>Coordinador</td> <td>Ministerio de Minería</td> </tr> <tr> <td>Beneficiarios</td> <td>Comunidades aledañas a las zonas degradadas por las actividades mineras abandonadas</td> </tr> <tr> <td>Territorial</td> <td>Zona norte y centro del país</td> </tr> </table>	Coordinador	Ministerio de Minería	Beneficiarios	Comunidades aledañas a las zonas degradadas por las actividades mineras abandonadas	Territorial	Zona norte y centro del país
	Coordinador	Ministerio de Minería						
Beneficiarios	Comunidades aledañas a las zonas degradadas por las actividades mineras abandonadas							
Territorial	Zona norte y centro del país							
Alcance	<table border="1"> <tr> <td>Coordinador</td> <td>Ministerio de Minería</td> </tr> <tr> <td>Beneficiarios</td> <td>Comunidades aledañas a las zonas degradadas por las actividades mineras abandonadas</td> </tr> <tr> <td>Territorial</td> <td>Zona norte y centro del país</td> </tr> </table>	Coordinador	Ministerio de Minería	Beneficiarios	Comunidades aledañas a las zonas degradadas por las actividades mineras abandonadas	Territorial	Zona norte y centro del país	
Coordinador	Ministerio de Minería							
Beneficiarios	Comunidades aledañas a las zonas degradadas por las actividades mineras abandonadas							
Territorial	Zona norte y centro del país							
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seguridad hídrica: Restauración de la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos (acuíferos) - Pérdidas, daños y costos de inacción: Aumento del valor económico de la tierra al mejorar los servicios ecosistémicos que proporciona y riesgos que pueden surgir en las zonas aledañas. - Co-beneficios en mitigación o adaptación: Restauración de la biodiversidad, mejora de la calidad del agua beneficiando a los ecosistemas acuáticos y las comunidades que dependen de ellos para el suministro de agua potable, contribuyen al secuestro de carbono atmosférico a través del crecimiento de vegetación y restauración de hábitats naturales. - Soluciones basadas en la Naturaleza: Se prioriza las SbN como respuesta ante la restauración de las zonas degradadas, sus ecosistemas y servicios. Además, los ecosistemas restaurados pueden actuar como barreras naturales contra eventos extremos adversos. <p>Fortalecimiento de la Gobernanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Institucionalidad y gobernanza: establecimiento de una gobernanza sobre las operaciones mineras abandonadas y dar respuesta a la recuperación de dichos ecosistemas y sus servicios degradados - Sistema de M&E: generar un listado de operaciones mineras abandonadas permitiría un seguimiento y monitoreo continuo sobre el nivel de riesgo climático que puede significar <p>Sistemas Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otros grupos vulnerables específicos: La recuperación de ecosistemas degradados brinda a las comunidades locales la oportunidad de reconectar con la naturaleza y fortalecer la conexión cultural con la tierra. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Reducción de la vulnerabilidad a los desastres al restaurar la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios de moderación de riesgos. - Consideración de criterios medios ambientales, sociales y económicamente sostenibles para la fase de respuesta y recuperación del ciclo del riesgo de desastres, maximizando las oportunidades de generar escenarios de riesgo que integren el enfoque de sostenibilidad. <p>Medios de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Fomenta la investigación en soluciones basadas en la naturaleza y contribuye al desarrollo de capacidades para la recuperación de ecosistemas degradados. - Transferencia tecnológica: Fomenta y fortalece el desarrollo y transferencia tecnológica apoyando e impulsando transformaciones ambientales para la recuperación de ecosistemas degradados. - Financiamiento y fomento productivo: Contribuye a la financiación público-privada y de fondos internacionales para la recuperación de estos ecosistemas. Además, de la promoción del desarrollo sostenible al implementar acciones de recuperación de ecosistemas 						
	Sinergia con otras políticas públicas	<p>Política Nacional de Depósitos de Relaves</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar e implementar programas y herramientas de remediación de depósitos de relaves en situación de abandono que sean un riesgo para la comunidad. - Fomentar la remediación de depósitos de relaves abandonados e inactivos que se encuentren ubicados en la cercanía de zonas pobladas <p>Política Nacional Minera 2050 - Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generan un impacto neto positivo en biodiversidad al 2050 todos los proyectos de la gran y mediana minería desarrollados a partir de 2021 <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fomentar una recuperación sostenible 						

Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		1. Creación de un comité de carácter público-privado para la recuperación de zonas degradadas por los impactos de las operaciones mineras abandonadas	Actividades	Definición de una gobernanza y acciones del comité para la recuperación de ecosistemas degradados por operaciones mineras							Ministerio de Minería
Elaboración de estudio de línea base mediante la contratación de una consultora externa											
Costo	66.000										
	Indicadores de seguimiento	Nombre			Meta		Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación		
		Número de comité para la recuperación de zonas degradadas por operaciones mineras abandonadas			1		Comité	Número de acuerdos de colaboración establecidos	C		
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		2. Programa de recuperación de zonas degradadas por los impactos de las operaciones mineras abandonadas y desarrollo de un plan de monitoreo	Actividades				Coordinación interinstitucional y diseño del programa	Elaboración del programa de recuperación de zonas degradadas y plan de monitoreo mediante la contratación de una consultora externa		Ministerio de Minería	Ministerio de Medio Ambiente
Costo						55.000					
	Indicadores de seguimiento		Nombre			Meta		Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación	
		Elaboración de programa Elaboración de plan de monitoreo			1 1		Unidad Unidad	Programa publicado Plan publicado	F		
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		3. Identificación y evaluación de zonas degradadas por los impactos de las operaciones mineras abandonadas y el riesgo climático	Actividades	Actualización del listado de zonas degradadas por operaciones mineras abandonadas		Evaluación del riesgo climático de las zonas degradadas por operaciones mineras considerando un enfoque territorial,		Actualización permanente de la información	Actualización permanente de la información	Actualización permanente de la información	Sernageomin

				social y de género						
			Costo	Esta medida no tiene costos asociados, ya que se implementa con recursos internos disponibles.						
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización	Medios de implementación	
				Generación del listado de zonas degradadas Elaboración del informe técnico	1	Listado de zonas degradadas Documento técnico elaborado	Inventario publicado Informe técnico publicado		C	
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	121.000	USD							
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 								

Tabla 17. Ficha Medida de Adaptación 6

Implementar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura asociada a faenas mineras											
Elemento	Sub-elemento	Contenido									
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales del sector y aumentar los niveles de resiliencia.									
	Lineamiento estratégico	Soluciones basadas en la naturaleza									
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida busca impulsar la integración de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura de las faenas mineras en Chile mediante el desarrollo e implementación de una Hoja de Ruta. Esta Hoja de Ruta definirá acciones concretas, metas y mecanismos de gobernanza para guiar el proceso de integración de SbN en las operaciones mineras. Mediante el trabajo colaborativo entre el sector público, privado, organizaciones científicas y comunidades locales, se establecerá un marco propicio para la integración de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en las infraestructuras mineras. Este enfoque promoverá la creación de infraestructuras más robustas y adaptativas que reduzcan la vulnerabilidad de las operaciones mineras y las comunidades locales frente a eventos extremos, así como la generación de un impacto positivo en la conservación de la biodiversidad.									
	Indicador Medida	Porcentaje de empresas de las gran minería que han implementado acciones concretas de integración de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en su infraestructura.									
	Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería								
	Alcance	Beneficiarios	- Empresas mineras y comunidades que cohabitan el territorio								
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pérdidas, daños y costos de inacción: La integración de SbN contribuye a la protección contra los daños de la inacción ante los desafíos ambientales y climáticos, lo cual se puede presentar desde interrupciones en la producción minera hasta impactos negativos en la salud humana y biodiversidad. - Co-beneficios en mitigación o adaptación: Reducción de la vulnerabilidad y mejora en la capacidad de adaptación de las operaciones mineras frente a eventos climáticos extremos, los servicios ecosistémicos fortalecen la resiliencia del entorno. - Soluciones basadas en la Naturaleza: Incorporación de técnicas de ingeniería verde en la planificación y diseño de infraestructuras mineras, como la implementación de techos verdes o la integración de espacios verdes en áreas industriales. <p>Fortalecimiento de la Gobernanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Institucionalidad y gobernanza: establecimiento de una gobernanza sobre la planificación de las infraestructuras mineras - Sistema de M&E: generar un listado de infraestructuras mineras con SbN permitiría un seguimiento y monitoreo continuo sobre la mejora en el riesgo climático que puede significar 				<p>Sistemas Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otros grupos vulnerables específicos: Reducción de la vulnerabilidad de las comunidades locales frente a eventos extremos. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Integración de infraestructuras resilientes y adaptativas en el diseño y construcción de nuevas instalaciones mineras, utilizando enfoques basados en la naturaleza para reducir el riesgo de desastres. <p>Medios de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Fomenta la investigación en soluciones basadas en la naturaleza y contribuye al desarrollo de infraestructuras resilientes y sostenibles ambientalmente. - Transferencia tecnológica: Fomenta y fortalece el desarrollo y transferencia tecnológica apoyando e impulsando transformaciones en la infraestructura minera mediante soluciones basadas en la naturaleza. - Financiamiento y fomento productivo: Esta medida fomenta el financiamiento desde el sector privado a proyectos para una infraestructura minera resiliente y con un impacto positivo en la biodiversidad. 					
	Sinergia con otras políticas públicas	<p>Política Nacional Minera 2050 - Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generan un impacto neto positivo en biodiversidad al 2050 todos los proyectos de la gran y mediana minería desarrollados a partir de 2021 <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificar e invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia 									
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación (Principales actividades que se deben realizar para el cumplimiento de la meta de la Medida)	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		Actividades		Desarrollo de al menos 1 evento informativo dirigido a empresas mineras sobre la importancia de la integración de SbN en la infraestructura minera.	Diseño de un programa de reconocimiento para empresas mineras para el desarrollo de proyectos piloto de integración de SbN en su infraestructura	Difusión e implementación del programa		Ministerio de Minería	Ministerio de Medio Ambiente Empresas mineras	0	

Tabla 18. Ficha Medida de Adaptación 7

Promoción e impulso de un modelo de economía circular dentro de las actividades mineras													
Elemento	Sub-elemento	Contenido											
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales del sector y aumentar los niveles de resiliencia.											
	Lineamiento estratégico	Economía circular											
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida busca promover un modelo de economía circular en la industria minera, enfocándose en el uso eficiente de recursos y la minimización de desechos. Esto incluye la reutilización de residuos mineros, el reciclaje de materiales y la reducción de la necesidad de insumos de fuentes no renovables. La medida abarca la revisión de procesos en toda la cadena de valor del negocio minero, desde la exploración y desarrollo de minas hasta la extracción, procesamiento y despacho de minerales, incorporando tecnologías innovadoras y prácticas sostenibles. Además, este modelo contribuirá a la adaptación al cambio climático al mejorar la gestión de residuos, evitando la contaminación de los ecosistemas cercanos a las operaciones mineras. Una mejor gestión de residuos conlleva a la protección de los suelos y las fuentes de agua, las cuales son cruciales para la resiliencia de las comunidades locales frente a eventos climáticos extremos. Asimismo, la reutilización de residuos contribuye a la estabilidad y sostenibilidad a largo plazo de las operaciones mineras, disminuyendo su vulnerabilidad ante las variaciones climáticas y promoviendo prácticas que pueden ser adaptadas frente a los impactos del cambio climático.											
	Indicador Medida	Porcentaje de empresas que implementan acciones concretas para la valorización de residuos mineros											
	Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería										
	Alcance	Beneficiarios	- Empresas mineras y comunidades que cohabitan el territorio										
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP- PNACC/NDC	General:	- Pérdidas, daños y costos de inacción: Disminución de las pérdidas económicas asociadas a la gestión de desechos y la contaminación ambiental, la prevención de derrames y la reducción de residuos tóxicos evitan los costos de limpiezas y la recuperación de ecosistemas.				- Seguridad hídrica: Busca proteger los cuerpos de agua por la contaminación de residuos generados en las actividades mineras.				- Co-beneficios en mitigación o adaptación: La reutilización de materiales y residuos en las operaciones mineras disminuye la necesidad de extraer y procesar nuevas materias primas, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero asociado a estos procesos		
		Fortalecimiento de la Gobernanza:	- Institucionalidad y gobernanza: establecimiento de una gobernanza sobre el modelo de economía circular dentro de las actividades mineras				- Sistema de M&E: generar un listado de medidas y/o acciones implementadas por empresas de la mediana y gran minería para la valorización de los residuos mineros.				Sistemas Humanos: - Otros grupos vulnerables específicos: Reducción en la contaminación por residuos en los ecosistemas cercanos, mitigando los riesgos asociados a las comunidades locales y sus medios de vida. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Reducción de la vulnerabilidad a los desastres al reducir la contaminación en los ecosistemas cercanos.		
	Sinergia con otras políticas públicas	Política Nacional Minera 2050 - Metas: - Impulsa la economía circular a través de minería secundaria - Impulsa la economía circular a través de los procesos constructivos de los proyectos mineros Política Nacional Minera 2050 - Objetivo: - Liderar el modelo de economía circular a través de la reutilización de residuos y uso eficiente de recursos											
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción		
	(Principales actividades que se deben realizar para el cumplimiento de la meta de la Medida)	1. Generación de línea base respecto a industrias mineras que implementan planes y programas de reúso y reciclaje de residuos identificando brechas	Actividades	Diseño de mecanismo de recopilación de información para el monitoreo de planes de reúso y reciclaje	Identificación de brechas y alternativas para el fomento del reciclaje de residuos no mineros	Elaboración del informe			COCHILCO	Ministerio de Minería	0		

		y alternativas de soluciones para fomentar el reciclaje de residuos no minero	implementados por empresas mineras							
		Costo	Esta medida no tiene costos asociados, ya que se implementa con recursos internos disponibles.							
		Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de implementación (T,C,F u O)			
			Elaboración del informe	1	Unidad	Informe publicado	C			
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		2. Incorporar el enfoque de economía circular en la etapa de construcción de los proyectos mineros mediante la guía metodológica para la consideración del cambio climático en proyectos mineros del SEIA		Levantamiento de información relevante para incorporar el enfoque de economía circular en la guía	Inclusión de los principios de economía circular a la guía metodológica para la consideración del cambio climático en proyectos mineros del SEIA			Ministerio de Minería	SEA	0
		Costo	No tiene asignado presupuesto porque se resolverá mediante medio de implementación Guía SEA							
		Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de implementación (T,C,F u O)			
			Elaboración de la guía metodológica	1	Unidad	Guía metodológica publicada	C			
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		3. Profundizar la generación e implementación de indicadores de circularidad en la industria minera		Profundizar y actualizar el informe indicadores de economía circular en la minería chilena elaborado por Cochilco	Elaborar y publicar una guía de indicadores de circularidad para la industria.			COCHILCO	Ministerio de Minería Ministerio del Medio Ambiente	0
		Costo	Esta medida no tiene costos asociados, ya que se implementa con recursos internos disponibles.							
		Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de implementación (T,C,F u O)			
			Guía de indicadores de circularidad	1	Unidad	Guía publicada	C			
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		4. Generar normativa habilitante para reprocesamiento o reutilización de residuos mineros			Coordinación interministerial y diseño del plan de trabajo para la elaboración de la normativa	Elaboración de la normativa a cargo de una consultoría que preste asistencia técnica y lleve a cabo el		Ministerio de Minería	MMA MINSAL	55.000

						proceso participativo			
		Costo				55.000			
		Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)	
			Elaboración del anteproyecto		1	Unidad	Anteproyecto publicado	C	
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores
		5. Estudio para la caracterización y promoción de un mercado de procesamiento de chatarra electrónica en la industria de fundiciones	Actividades			Estudio de diagnóstico del mercado de procesamiento de chatarra en la industria de las fundiciones a cargo de COCHILCO	Estudio a cargo de una consultoría que profundice lo realizado por COCHILCO y lleve a cabo un proceso participativo con expertos del sector	COCHILCO	Ministerio de Minería
			Costo				55.000		
		Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)	
			Elaboración del estudio		1	Unidad	Estudio publicado	C	
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores
		6. Identificar residuos no mineros en la industria con potencial de ser incorporados en la Ley REP y fomentar su incorporación	Actividades		Desarrollo de un estudio para la identificación de residuos no mineros potenciales para la Ley REP	Elaboración de un plan de acción para la integración de los residuos en la Ley REP según prioridad	Implementación y actualización del plan de acción	Implementación y actualización del plan de acción	Ministerio de Minería
			Costo		No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas e utilización de recursos propios.				
		Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)	
			Elaboración del estudio		1	Unidad	Estudio publicado		
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	110.000 USD							
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 							

4.4.3. Cronograma resumen

En la siguiente tabla, se aprecia una visión global sobre los plazos de implementación de las distintas medidas de mitigación, adaptación y de las medidas integrales. Además de la identificación de la institución responsable y actores relevantes para la ejecución de las respectivas medidas.

Tabla 19. Cronograma resumen con los tiempos de implementación por medida

Nombre de la Medida	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Institución Responsable	Actores Relevantes
Medidas de Mitigación								
Descarbonización de procesos motrices	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Energía	MMIN, MMA, MEFT, MH, MCTCI, COCHILCO, SNGM, CORFO y CAL
Descarbonización de procesos térmicos		X	X	X	X	X	Ministerio de Energía	MMIN, MMA, CAL
Avanzar en estándares mínimos de rendimientos energéticos (MEPS) para motores de hasta 100HP.		X	X	X	X	X	Ministerio de Energía	MMIN, COCHILCO y CAL
Fortalecimiento de los sistemas de gestión de energía		X		X			Ministerio de Energía	MMIN y COCHILCO
Fomentar contratos de suministro de energía eléctrica 100% renovable	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	MEN, COCHILCO y CEN
Incentivar la gestión de huella de carbono de los proveedores de la industria minera	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	MEN, MMA y CAL
Medidas de Adaptación								
Reducir el consumo de agua continental en la industria minera	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	SONAMI, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, ASCC, CORFO, SONAMI, DGA, Directemar
Fomentar la elaboración de Planes de Adaptación frente al cambio climático y la gestión de riesgos de desastres (GRD) para las industrias mineras	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	MMA, SENAPRED, Gremios mineros, Empresas mineras, Sernageomin, Instituciones locales: municipales, seremis y Sector privado
Fortalecer los planes de cierre bajo la evaluación de escenarios de cambio climático y promover los sistemas de gestión de relaves operativos	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería y Sernageomin	Gremios y empresas mineras

Nombre de la Medida	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Institución Responsable	Actores Relevantes
Fortalecimiento de los protocolos de salud y seguridad laboral, en las empresas del rubro mineras, enfocados en la protección y preparación de los y las trabajadoras de las empresas mineras ante eventos climáticos, con especial consideración de la pequeña minería	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería y Ministerio de Salud	Gremios mineros, SUSESO, Instituto de Seguridad Laboral, Ministerio de Minería, Ministerio de Salud, Gremio y empresas mineras
Recuperar ecosistemas degradados y servicios ecosistémicos degradados por los impactos de las operaciones mineras abandonadas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	Ministerio de Minería, Ministerio del Medio Ambiente, Sernageomin
Implementar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura minera	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, Sector privado, I+D+, Empresas mineras, Comunidades
Promoción e impulso de un modelo de economía circular dentro de las actividades mineras en la reutilización de residuos e infraestructura y uso eficiente de recursos	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	Ministerio de Minería, COCHILCO, MMA, MINSAL

Fuente: Elaboración propia

5. Arreglos institucionales para la implementación del plan

Este capítulo describe los arreglos institucionales necesarios para la implementación efectiva del plan de cambio climático en el sector minero de Chile. Se detallan las responsabilidades de las distintas entidades involucradas, los mecanismos de coordinación y los sistemas de monitoreo y evaluación que asegurarán el cumplimiento de las metas establecidas. Además, se presentan las acciones habilitantes para la implementación de las diversas medidas sectoriales, en línea con las estrategias nacionales relativas a medios de implementación establecidas en la Ley Marco de Cambio Climático.

5.1. Estructura Organizacional

Comité de Coordinación Interministerial: Creación de un comité de coordinación interministerial presidido por el Ministerio de Minería y compuesto por todas aquellas instituciones que se identificaron como participantes en las medidas de mitigación y adaptación. Sus funciones serán supervisar la implementación del plan, coordinar acciones entre ministerios, y asegurar la alineación con las políticas nacionales de cambio climático.

5.2. Unidad de Gestión del Plan

Establecimiento de una unidad específica dentro del Ministerio de Minería encargada de la gestión diaria del plan, cuyas funciones serían monitorear el progreso de las medidas, gestionar recursos, y reportar avances al comité de coordinación.

5.3. Mecanismos de Coordinación

El principal espacio de coordinación corresponde al Equipo Técnico Interministerial por el Cambio Climático (ETICC), instancia presidida por el Ministerio de Medio Ambiente y compuesta por Ministerios y servicios del estado. Pero para dar una bajada específica a este plan también se definen otros dos mecanismos de coordinación:

- Reuniones Periódicas: Programación de reuniones trimestrales del comité de coordinación para revisar el progreso del plan y resolver problemas emergentes. Lo anterior, con el objetivo de asegurar una comunicación fluida y una toma de decisiones oportuna.
- Grupos de Trabajo Técnicos: Formación de grupos de trabajo técnicos especializados en áreas clave como descarbonización de procesos térmicos y gestión de huella de carbono de proveedores. El propósito es proveer asesoramiento técnico, desarrollar guías y estándares, y apoyar la implementación de medidas específicas.

5.4. Sistema de Monitoreo y Evaluación

Para poder hacer seguimiento a la implementación de las medidas, cada ficha de mitigación y adaptación tiene una batería de indicadores de seguimiento, pero a modo de complemento, para poder medir el impacto del plan, se han diseñado un set de 4 indicadores relacionados a mitigación, adaptación e inversiones en proyectos que consideren la variable de cambio climático, los que se exponen a continuación:

Tabla 20. Indicador de mitigación 1

	Elemento	Contenido
Identificación	ID	Mit-01
	Nombre	Emisiones e intensidad de emisiones de alcance 1, 2 y 3
	Medida(s) asociada(s)	Todas las medidas de mitigación
	Tipo de indicador	Resultado
	Subtipo de indicador	Ambiental
	Recursos necesarios para MRV	Personal técnico, software de monitoreo, capacitación
Medi	Unidad de medición	Toneladas de CO ₂ equivalente (tCO _{2eq})

	Metodología de cálculo	<p>Para las emisiones de alcance 1 se consideran las fuentes de emisión directa mediante datos como consumo de combustible por proceso, y luego se multiplica por el factor de emisión correspondiente.</p> <p>Para las emisiones de alcance 2 se considera el total del consumo eléctrico por proceso y luego se proceden a calcular dos indicadores, uno que sea representativo de la matriz eléctrica nacional usando el factor de emisión del Sistema eléctrico nacional (SEN), y otro considerando los PPA Renovables de la industria, donde la energía residual que proviene de la matriz se calcula con el factor de emisión residual del SEN.</p> <p>Para el cálculo de emisiones de alcance 3 es necesario definir la metodología de medición, pero como fuente de información se pueden usar los reportes de sostenibilidad de las empresas mineras. Luego, para calcular la intensidad de emisiones se dividen los indicadores anteriores por el nivel de producción.</p>
	Datos requeridos	Consumos energéticos por combustible, consumo de electricidad, nivel de producción y emisiones de alcance 3
	Frecuencia de medición	Anual

Tabla 21. Indicador de mitigación 2

Elemento		Contenido
Identificación	ID	Mit-02
	Nombre	Matriz energética de la industria minera
	Medida(s) asociada(s)	Todas las medidas de mitigación
	Tipo de indicador	Resultado
	Subtipo de indicador	Ambiental
	Recursos necesarios para MRV	Personal técnico, software de monitoreo, capacitación
Medición y objetivo	Unidad de medición	Unidad de Energía (Tcal o MWh) y Unidad de Energía por nivel de producción (Tcal o MWh / tmf)
	Metodología de cálculo	Corresponde a un set de indicadores que permitan caracterizar la matriz energética de la industria, en formato de consumo energético total e intensidad de consumo energético. Para ello, por proceso minero se caracterizarán el consumo de electricidad y cada combustible. Además, como complemento se buscará cuantificar cuanto electricidad tiene origen renovable mediante los PPAs. Para calcular la intensidad del consumo energético los indicadores anteriores se dividen por el nivel de producción.
	Datos requeridos	Consumos de combustibles y electricidad clasificados por proceso, electricidad proveniente de PPA renovable y nivel de producción
	Frecuencia de medición	Anual

Tabla 22. Indicador de adaptación 1

Elemento		Contenido
Identificación	ID	Adap-01
	Nombre	Consumo de agua en la industria minera por fuentes
	Medida(s) asociada(s)	Reducir el consumo de agua continental en la industria minera mediante el uso de fuentes alternativas, reúso y eficiencia
	Tipo de indicador	Resultado
	Subtipo de indicador	Ambiental
	Recursos necesarios para MRV	Personal técnico, software de monitoreo, capacitación
Medición y objetivo	Unidad de medición	Volumen de agua (m3) y Volumen sobre producción (m3 / tmf)
	Metodología de cálculo	Caracterización del nivel del consumo de agua por proceso y por fuente. También se puede calcular un indicador de intensidad de consumo de agua al dividir lo anterior por el nivel de producción
	Datos requeridos	Consumo de agua por proceso y fuente
	Frecuencia de medición	Anual

Tabla 23. Indicador de inversiones 1

Elemento		Contenido
Identificación	ID	Inv-01
	Nombre	Inversión en proyectos con enfoque climático
	Medida(s) asociada(s)	Todas
	Tipo de indicador	Proceso
	Subtipo de indicador	Económico
	Recursos necesarios para MRV	Personal técnico, software de monitoreo, capacitación
Medición y objetivo	Unidad de medición	Dólares estadounidenses (USD)
	Metodología de cálculo	Corresponde a la sumatoria de las inversiones realizadas en el año correspondiente de aquellos proyectos que tengan enfoque de mitigación de emisiones o adaptación al cambio climático. Como fuente de información se considerarán los proyectos que entren al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, como también potencialmente se integrará como pregunta a la EMPAE
	Datos requeridos	Monto de la inversión del proyecto
	Frecuencia de medición	Anual

5.5. Desarrollo de Capacidades y Estrategia de Difusión

Capacitación: Programas de capacitación para fortalecer las capacidades de los actores involucrados en la implementación del plan. Su objetivo es la medición y gestión de huella de carbono, tecnologías de descarbonización, análisis de vulnerabilidad, y estrategias de financiamiento.

Estrategia de Comunicación y Difusión: Diseño e implementación de una estrategia de comunicación para difundir las medidas y resultados del plan. Lo anterior, con el propósito de informar a los actores clave, involucrar a la sociedad civil, y promover la adopción de buenas prácticas. Para ello se diseñará un plan de comunicaciones por los medios oficiales del ministerio, como también un plan de capacitación en función de las acciones propuestas en las medidas de mitigación y adaptación.

5.6. Financiamiento y Recursos

Fuentes de Financiamiento: Identificación de fuentes de financiamiento nacionales e internacionales para apoyar la implementación del plan, tales como fondos públicos, créditos verdes, y cooperación internacional.

Incentivos Económicos: Desarrollo de incentivos económicos para fomentar la adopción de tecnologías limpias y la gestión de huella de carbono entre los proveedores, tales como créditos tributarios, subsidios, y acceso preferencial a financiamiento.

5.7. Medios de Implementación

5.7.1. Desarrollo y Transferencia de Tecnología

Con el propósito de promover la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias aplicables al sector minero, así como la transferencia de estas tecnologías a las empresas mineras y sus proveedores. El objetivo será establecer alianzas con centros de investigación, universidades y empresas tecnológicas; fomentar la innovación a través de concursos y fondos de investigación.

Tabla 24. Medio de implementación en desarrollo y transferencia de tecnología 1.

Elemento		Contenido
Identificación	ID	DTT-01
	Nombre	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras
	Tipo de medio de implementación	Investigación y Desarrollo
	Fecha de implementación	2025 - 2030
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables al sector minero

	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Falta de tecnologías adaptadas al sector minero y baja transferencia tecnológica
	Objetivo práctico	Identificar las brechas tecnológicas y apoyar el desarrollo de tecnologías para la descarbonización en la gran y mediana minería, como también para aumentar la adaptación y resiliencia del sector. Esto incluye desde desarrollos con bajo nivel de madurez tecnológica (TRL 1-3) hasta esfuerzos más avanzados en etapas de pilotaje y escalabilidad.
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	Ministerios y servicios públicos afines al desafío a resolver, Universidades, centros de investigación y empresas tecnológicas.
	Acciones concretas	Realizar análisis de brechas tecnológicas (TNA) y Planes de Acción Tecnológicos (PAT) para materias relacionadas a mitigación y adaptación. Crear alianzas estratégicas con instituciones de investigación, centros de pilotaje, empresas proveedoras y empresas mineras Fomentar la innovación mediante concursos y fondos de investigación focalizados en los desafíos priorizados
	Medidas de mitigación relacionadas	Descarbonización de procesos motrices Descarbonización de procesos térmicos Incentivar a los proveedores nacionales de las empresas mineras a suministrar productos y servicios con bajas emisiones de gases de efecto invernadero
	Medidas de adaptación relacionadas	Reducir el consumo de agua continental en la industria minera mediante el uso de fuentes alternativas, reúso y eficiencia Planes de adaptación de cambio climático y gestión de riesgo de desastres en la industria minera Planes de cierre bajo evaluación de escenarios de cambio climático y sistemas de gestión de relaves operativos
	Alcance temporal	2025 - 2030
	Alcance territorial	Nacional, con foco en regiones mineras
	Costo implementación	USD 450,000 en desarrollos de TNA y PAT. Luego habrá que identificar los costos asociados a la implementación de los PAT, como también incentivos económicos que se puedan derivar de estos esfuerzos
	Origen del financiamiento	Presupuesto nacional, cooperación nacional e internacional y contribuciones del sector privado.
Análisis cualitativo	Facilitadores	Compromiso del sector minero con la innovación
		Disponibilidad, conocimiento e interés de centros de investigación y universidades
		Interés de empresas tecnológicas en colaborar
	Brechas de ejecución	Brechas de financiamiento público
Falta de regulación específica		
Resistencia al cambio en algunas empresas		
Indicadores de seguimiento	Número de alianzas estratégicas establecidas	
	Número de PAT realizados y en implementación	
	Monto de financiamiento otorgado	

5.7.2. Creación y Fortalecimiento de Capacidades

Fortalecer las capacidades técnicas y de gestión de los actores involucrados en la implementación del plan. Se consideran las siguientes acciones: Creación de la unidad de cambio climático, fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía, creación de una guía en el SEIA específica para proyectos mineros y generación de conocimiento en materia de eficiencia en el transporte de material entre distintos procesos mineros

Tabla 25. Medio de implementación en creación y fortalecimiento de capacidades 1.

Elemento		Contenido
Identificación	ID	CFC-01
	Nombre	Creación de la unidad de cambio climático
	Tipo de medio de implementación	Creación y fortalecimiento de capacidades
	Fecha de implementación	2025 - 2050
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Contar con un equipo dedicado a la implementación y seguimiento del Plan Sectorial de Cambio Climático

Análisis	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Baja implementación del plan
	Objetivo práctico	Crear la Unidad de Cambio Climático dentro la División de Estrategia y Políticas Públicas Mineras de la Subsecretaría de Minería para fortalecer la implementación y el seguimiento del PSCC mediante la contratación de dos profesionales, uno con perfil para implementar las medidas de mitigación y otro profesional con el perfil para implementar las medidas de adaptación
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	No aplica
	Acciones concretas	Creación de la unidad de cambio climático Elaboración de perfiles de cargo Contratación de los profesionales
	Medidas de mitigación relacionadas	Todas
	Medidas de adaptación relacionadas	Todas
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
	Costo implementación	USD 90,000 anuales
	Origen del financiamiento	Presupuesto nacional, cooperación nacional e internacional y contribuciones del sector privado.
	Facilitadores	Disponibilidad de profesionales con el perfil necesario
	Brechas de ejecución	Brechas de financiamiento público
Indicadores de seguimiento	Número de profesionales dedicados a la implementación del plan	

Tabla 26. Medio de implementación en creación y fortalecimiento de capacidades 2.

	Elemento	Contenido
Identificación	ID	CFC-02
	Nombre	Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE)
	Tipo de medio de implementación	Creación y fortalecimiento de capacidades
	Fecha de implementación	2025 - 2050
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Contar con una herramienta robusta para hacer seguimiento a la implementación del plan y sus impactos
	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Bajo acceso a información
	Objetivo práctico	Fortalecer la EMPAE tanto en diseño como infraestructura tecnológica que actualmente está en COCHILCO para contar con una herramienta que levante información robusta para monitorear la implementación del plan sectorial, como también otras aristas claves complementarias a esta materia.
	Responsable	Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)
	Participantes	No aplica
	Acciones concretas	Rediseño del cuestionario asociado a la EMPAE Diseño conceptual de la plataforma informática que alojará la EMPAE Programación de la plataforma
	Medidas de mitigación relacionadas	Todas
	Medidas de adaptación relacionadas	Todas
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
	Costo implementación	USD 30,000
Origen del financiamiento	Presupuesto nacional	
Análisis cualitativo	Facilitadores	Experiencia de COCHILCO y de las empresas de la gran y mediana minería con la EMPAE Experiencia en otros ministerios y servicios en desarrollo de plataformas similares Disponibilidad de profesionales con el perfil necesario
	Brechas de ejecución	Brechas de financiamiento público
	Indicadores de seguimiento	Implementación de la plataforma (cualitativo)

Tabla 27. Medio de implementación en creación y fortalecimiento de capacidades 3

Elemento		Contenido
Identificación	ID	CFC-03
	Nombre	Creación de una guía en el SEIA para la consideración del cambio climático para proyectos mineros
	Tipo de medio de implementación	Creación y fortalecimiento de capacidades
	Fecha de implementación	2025 - 2027
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Incorporar el enfoque de cambio climático en los proyectos mineros
	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Que el diseño de proyectos mineros no considere los desafíos en cambio climático que están planteados en este plan
	Objetivo práctico	Desarrollar una guía para abordar el cambio climático que sea específica para proyectos mineros dentro del SEIA. Esta guía proporcionará lineamientos para la definición, descripción e incorporación de medidas de mitigación y adaptación, así como la medición de sus impactos, en los expedientes para evaluación ambiental de los proyectos mineros, que considere las nuevas amenazas y vulnerabilidades que el cambio climático impone a los componentes ambientales, como también recomendaciones para reducir emisiones de GEI.
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	Servicio de Evaluación Ambiental, Sernageomin
	Acciones concretas	Diseño de la guía metodológica Difusión de la guía al ecosistema minero
	Medidas de mitigación relacionadas	Todas
	Medidas de adaptación relacionadas	Todas
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
	Costo implementación	USD 120,000
	Origen del financiamiento	Presupuesto nacional
	Análisis	Facilitadores
Brechas de ejecución		Brechas de financiamiento público
Indicadores de seguimiento		Desarrollo de la guía (cualitativo)
		Número de actividades de difusión realizadas

Tabla 28. Medio de implementación en creación y fortalecimiento de capacidades 4.

Elemento		Contenido
Identificación	ID	CFC-04
	Nombre	Generación de conocimiento en materia de eficiencia en el transporte de material entre distintos procesos mineros
	Tipo de medio de implementación	Creación y fortalecimiento de capacidades
	Fecha de implementación	2025 - 2027
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Identificar desafíos y potenciales de mitigación asociados a esta materia
	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Diseños poco eficientes y que por consecuencia tengan emisiones de GEI que se pueden evitar
	Objetivo práctico	Busca identificar medidas de eficiencia energética y operacional en el transporte de material entre distintos procesos mineros, entendiendo la dinámica propia de la logística asociada, articulando la mejor tecnología posible con optimizaciones de rutas y layouts, tanto en proyectos en operación como en nuevos proyectos mineros
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	Ministerio de Energía, COCHILCO, Sernageomin
	Acciones concretas	Diseño de la guía metodológica Difusión de la guía al ecosistema minero
	Medidas de mitigación relacionadas	Descarbonización de procesos motrices Fortalecimiento de los sistemas de gestión de energía Avanzar en Estándares Mínimos de Rendimientos Energéticos para motores de hasta 100 HP

	Medidas de adaptación relacionadas	No aplica
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
	Costo implementación	USD 55,000
	Origen del financiamiento	Presupuesto nacional
Análisis cualitativo	Facilitadores	Experiencia nacional e internacional en el diseño de diversos proyectos mineros
	Brechas de ejecución	Dificultad para acceder a información clave Brechas de financiamiento público
Indicadores de seguimiento		Realización del estudio (cualitativo) Número de alternativas de mitigación identificadas

5.7.3. Financiamiento climático

Identificar alternativas de financiamiento para las medidas y acciones que están plasmadas en este plan.

Tabla 28. Medio de implementación en financiamiento climático 1.

Elemento		Contenido
Identificación	ID	FC-01
	Nombre	Identificación de alternativas de financiamiento climático
	Tipo de medio de implementación	Financiamiento Climático
	Fecha de implementación	2025 - 2027
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Identificar desafíos y potenciales de mitigación asociados a esta materia
	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Diseños poco eficientes y que por consecuencia tengan emisiones de GEI que se pueden evitar
	Objetivo práctico	Consolidar sistemas de financiamiento climático para asegurar la correcta implementación de las medidas y acciones del plan, junto al desarrollo de propuestas de programas o proyectos a financiar mediante estos instrumentos.
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Hacienda
	Acciones concretas	Identificación y consolidación de instrumentos de financiamiento climático Diseño de programas o proyectos asociados al cumplimiento del plan Postulación de dichos programas o proyectos al instrumento que mejor se ajuste
	Medidas de mitigación relacionadas	Todos
	Medidas de adaptación relacionadas	Todos
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
Costo implementación	No tiene costos directos	
Origen del financiamiento	No aplica	
Análisis cualitativo	Facilitadores	Experiencia del estado en el diseño y postulación de proyectos de cambio climático
		Existencia de equipos dedicados a las finanzas verdes o climáticas
		Existencia de la estrategia de financiamiento climático
	Brechas de ejecución	Competir con otras instituciones o países por financiamiento
Baja experiencia en el Ministerio de Minería en esta materia		
Indicadores de seguimiento		Número de proyectos postulados a financiamiento Número de proyectos con financiamiento aprobado

6. Bibliografía y fuentes de información

- Alta Ley, Ministerio de Minería, Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). "Guía sobre emisiones de la cadena de suministros de la minería, Línea base sectorial y propuestas para la acción". Disponible en: <https://www.corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2023/04/Guia-sobre-emisiones-en-la-cadena-de-suministro-de-la-mineria.pdf>
- Banco Central. (2024). Base de Datos Estadísticos (BDE). Obtenido de Exportaciones de bienes (millones de dólares FOB). Disponible en: https://si3.bcentral.cl/siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_BDP/MN_BDP42/BP6M_EXPORT?cbFechaInicio=2013&cbFechaTermino=2024&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=
- Banco Mundial. (2020). Minerals for climate action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition. <https://pubdocs.worldbank.org/en/961711588875536384/Minerals-for-Climates-Action-The-Mineral-Intensity-of-the-Clean-Energy-Transition.pdf>
- Barnett, J., & O'Neill, S. J. (2013). Minimising the risk of maladaptation. In *Climate Adaptation Futures* (pp. 87–93). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118529577.ch7>
- Bartos, M. Chester, M. Johnson, N. Gorman, B. Eisenberg, D. Linkov, I. & Bates, M. (2016). Impacts of rising air temperatures on electric transmission ampacity and peak per-capita electricity load in the United States. *Environmental Research Letters*.
- BBVA Research, Observatorio Económico de Chile. (2015). Impacto económico de los temporales que afectan el Norte del país. Disponible en: https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2015/04/Chile_temporales_20151.pdf
- Cámara Marítima y Portuaria de Chile (CAMPORT). (2021). Las marejadas llegaron para quedarse Agosto 2021 ¿Qué estamos haciendo? Disponible en: <https://www.camport.cl/wp-content/uploads/2021/08/Informe-Marejadas-Camport-agosto-2021.pdf>
- CCM-Eleva. (2023). Estudio Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2023-2032: Diagnóstico y recomendaciones. Santiago.
- CCM-Eleva. (2024). Monitoreo de Indicadores de Género: "Participación de Mujeres en Minería". Obtenido de <https://ccm-eleva.cl/wp-content/uploads/2024/03/Minuta-Monitoreo-Indicadores-de-Genero-marzo-2024-Alianza-CCM-Eleva.pdf>
- CEPAL. (2019). Minería para un futuro bajo en carbono: Oportunidades y desafíos para el desarrollo sostenible. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/55fb4820-5533-4362-8c86-35dc3a42662c/content>
- COCHILCO. (2018). "Catastro de empresas exploradoras". Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/20181220%20Catastro%20de%20empresas%20exploradoras%202018.pdf>
- COCHILCO. (2019). Proyección de consumo de agua en la minería del cobre 2019-2030.
- COCHILCO. (2020). "Balance de Gestión Integral", Ministerio de Minería. Disponible en: https://www.cochilco.cl/Informes%20de%20Gestin%20Institucional/BGI__2020%20version%20final.pdf
- COCHILCO. (2021). Emisiones de gases de efecto invernadero directos e indirectos en la minería del cobre al año 2020.
- COCHILCO. (2022). "Demanda de cobre a partir de una transición energética". Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Demanda%20de%20cobre%20a%20partir%20de%20la%20transicion%20energetica.pdf>
- COCHILCO. (2023a). Agua en la minería del cobre: Actualización al año 2022.
- COCHILCO. (2023b). Emisiones GEI en la minería del cobre al 2022 y análisis del contexto actual.
- COCHILCO. (2023c). Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2022.
- COCHILCO. (2023d). Inversión en la Minería Chilena: Cartera de proyectos 2023 -2032.

- COCHILCO. (2023e). Representación de la mujer en el sector minero en Chile 2022.
- Compromiso Minero. (2024). Pilar Ambiental. Obtenido de <https://compromisominero.cl/pilar-ambiental/>
- Consejo Minero. (2024a). Cifras actualizadas de la minería. Disponible en: "<https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2024/05/20240527-CAM.pdf>"
- Consejo Minero. (2024b). Energía y Descarbonización: Metas de Reducción de Emisiones. Disponible en: "<https://consejominero.cl/areas-de-trabajo/energia-y-descarbonizacion/#:~:text=3%20al%202040.-,50%25,base%20para%20las%20emisiones%20proyectadas.>"
- CR2. (2015). "La megasecuía 2010-2015: Una lección para el futuro". Disponible en: "<https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf>"
- CR2. (2020). Mitigación de carbono negro en la actualización de la contribución nacionalmente determinada de Chile. Extraído en: <https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2020/04/InformeExtendido.pdf>
- Daniele, L., Farías, L., González, H., Marquet, P. A., Palma-Behnke, R., Stehr, A., Urquiza, A., Wagemann, E., Arenas-Herrera, M. J., Bórquez, R., Cornejo-Ponce, L., Delgado, V., Etcheberry, G., Fragkou, M. C., Fuster, R., Gelcich, S., Melo, O., Monsalve, T. Winckler, P. (2022). Desalinización: Oportunidades y desafíos para abordar la inseguridad hídrica en Chile. Comité Asesor Ministerial Científico sobre Cambio Climático; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- DGAC (2024) Dirección Meteorológica de Chile - Servicios Climáticos. Disponible en: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historico/mapaIndicesClimaticos/1>
- Eridanus (2021). Análisis de vulnerabilidad y riesgos del sector minero frente al cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Minería. Financiado por PNUD y GEF.
- EY & CPC. (2020). Visión y Acción climática del mundo empresarial para Chile.
- Fundación Chile. (2016). "Desde el cobre a la innovación, Roadmap Tecnológico 2015-2035". Disponible en: <https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/900>
- Gobierno de Chile. (2021). Estrategia Climática de Largo plazo de Chile: Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar el 2050. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>
- Heal y Park. (2016). "Reflections—Temperature Stress and the Direct Impact of Climate Change: A Review of an Emerging Literature". *Review of Environmental Economics and Policy*
- ImplementaSur. (2022). Apoyo a planes de adaptación y mitigación de emisiones de GEI en el sector minero en Chile. Disponible en: <https://participa.minmineria.gob.cl/es-CL/projects/pscc-mineria>
- INE (2022). Población ocupada por rama de actividad económica según trimestres. Disponible en: https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/ocupacion-y-desocupacion/boletines/2021/nacional/ene-nacional-280.pdf?sfvrsn=31a8555a_6
- IPCC. (2014). "Climate Change, Impacts, adaptation and vulnerability". Disponible en: https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- IPCC (2018). "Glosario", en Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C, 2018. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossaryspanish.pdf
- IPCC. (2021). Summary for Policymakers. En V. P.-D. [Masson-Delmotte, Climate Change 2023: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (págs. 3-32). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New.
- J. Barnett y S. O'Neill. (2010). "Maladaptation", *Global Environmental Change*, vol. 20, pp. 211–213. (2010) doi: 10.1016/j.gloenvcha.2009.11.004.
- Kracht, W., & Salinas, B. (2021). Minería y Cambio Climático: Síntesis Ejecutiva.

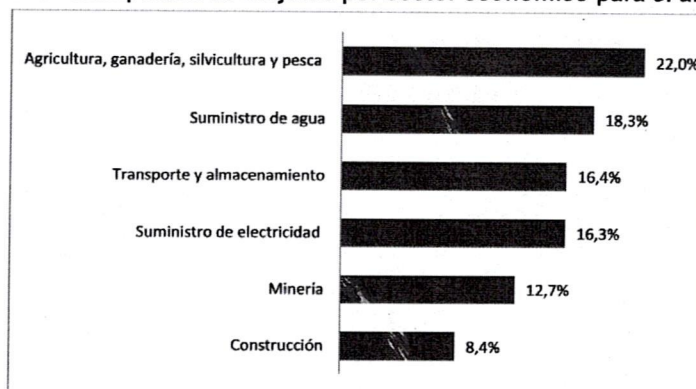
- Ley N° 21.455 de 2022. Ley Marco de Cambio Climático. Disponible en:
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1177286>
- Mason, L, Unger, C, Lederwasch, A, Razian, H, Wynne, L, Giurco, D (2013). Adapting to climate risks and extreme weather: a guide for mining and minerals industry professionals, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, pp.79. Disponible en:
[\[https://www.preventionweb.net/files/34360_s3bib1masonadaptingclimaterisksmini.pdf\]](https://www.preventionweb.net/files/34360_s3bib1masonadaptingclimaterisksmini.pdf)
- MCH. (2023). Congreso destaca rol de la minería en el combate al cambio climático. Disponible en:
<https://www.mch.cl/negocios-industria/congreso-destaca-rol-de-la-mineria-en-el-combate-al-cambio-climatico/>
- Ministerio de Energía. (2020). Carbono Neutralidad en el Sector Energía: Proyección de consumo energético nacional 2020
- Ministerio de Energía. (2021). Planificación Energética de Largo Plazo. Informe Final.
https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pelp2023-2027_informe_preliminar.pdf
- Ministerio de Minería. (2021). "Política Nacional Minería 2050, Informe Ambiental".
https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_IA_Pol%C3%ADtica_Nacional_Minera_2050.pdf.pdf
- Ministerio de Minería. (2022). Minería 2050: Política Nacional Minera. Santiago de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Informe del Inventario Nacional de Chile 2020: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2018.
- Ministerio del Medio Ambiente (2021). Consultoría: Análisis de Vulnerabilidad y Riesgos del Sector Minero frente al Cambio Climático. Desarrollada por la consultora Eridanus.
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. "Prevención de la maladaptación y eliminación de incentivos perversos", Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España. [En línea].
 Disponible en: <https://adaptecca.es/sectores-y-areas/prevencion-de-la-maladaptacion-y-eliminacion-de-incentivos-perversos>
- Moon, C. J., Whateley, M. K., & Evans, A. M. (2006). Introduction to mineral exploration (No. Ed. 2). Blackwell publishing.
- Pica-Téllez, A.; Garreaud, R.; Meza, F.; Bustos, S.; Falvey, M.; Ibarra, M.; Duarte, K.; Ormazábal, R.; Dittborn, R. & Silva, I.; 2020. Informe Proyecto ARCLim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (2022). "Anuario de la Minería de Chile". Disponible en:
https://www.sernageomin.cl/pdf/Anuario_2022_310523.pdf
- The World Bank. (2017). The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. Disponible en:
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf>

7. Anexos

ANEXO 1: Participación de la mujer en la minería

Al 2022 la participación de mujeres en el sector minero fue de un 12,7%. Según el Consejo de Competencias Mineras (2020a), las mujeres trabajadoras se distribuyen en distintas faenas de la siguiente manera: profesionales: 18,0%; mantenedoras: 4,0%; operadoras: 27,0%; supervisoras: 3% y 48% en otras ocupaciones fuera de la Cadena de Valor Principal (CVP) de la minería (extracción, mantenimiento de extracción, procesamiento y transporte).

Figura 27. Participación de mujeres por sector económico para el año 2022.



Fuente: Cochilco (2023)

Los estudios disponibles sobre la situación laboral de la mujer minera y sus complejidades son esencialmente de percepción y fruto de entrevistas y encuestas. Algunas complejidades se refieren a: mayor presencia de mujeres en el estamento profesional y en menor medida en las jefaturas de las empresas mineras; las mujeres perciben que sus remuneraciones son más bajas respecto a los hombres que desempeñan la misma labor; las mujeres mineras estiman que los hombres acceden a más oportunidades.

Siguiendo a Alborno (2017) las políticas de género han visibilizado los beneficios que obtienen las empresas al incorporar trabajadoras calificadas, considerando la transformación de las lógicas al interior de los equipos de trabajo, contribuyendo al desarrollo personal y familiar de las mujeres, facilitando las condiciones de igualdad y valorando la diversidad. Desde esta perspectiva se entiende la formación de mecanismos de género (Unidades, comisiones) para abordar la relación entre el género y el cambio climático. Por otra parte, se han instalado mesas público-privadas con representantes del Estado, de las empresas y de las universidades, como es el caso del Ministerio de Energía y el de Minería: Mesa Nacional público privada sobre minería y género y los instrumentos desarrollados por estas instancias para avanzar en la inclusión de una mirada de género.

ANEXO 2: Cadena de valor de la fase exploratoria de empresas mineras

En cuanto a los costos y el tiempo en el proceso exploratorio, según Moon (2006), es relevante señalar que la exploración básica tiene una duración aproximada de 3 a 4 años, con un costo estimado de alrededor de 0,2 a 1 millón de dólares. Por otro lado, la fase de exploración avanzada abarca un periodo de 2 a 3 años, con una inversión estimada entre 2,5 y 5 millones de dólares. Se destacan a continuación las empresas más prominentes de la industria minera a nivel internacional, junto con los costos asociados a la cadena de valor de la fase exploratoria, que constituye el punto de partida para la generación de productos comerciales.

Tabla 26. Costos asociados a la cadena de valor de la fase exploratoria de empresas mineras.

Compañía	US\$ millones
CODELCO	20- 50 M
De Beers	140 M
Río Tinto	140 M
Barrick Gold	110 M

Newmont	86 M
Compañía Vale do Río Doce	81 M
Bhp Billiton	68 M
Anglogold	63 M
Anglo American	61 M
Placer Dome	60 M
Phelps Dodge	50 M
Noranda - Falconbridge	35 M
TECK	30 M
Inco	27 M
Gold Fields	23 M
WMC Resources	20 M
Newcrest	19 M

Elaboración propia a partir de Moon (2006).

ANEXO 3: Marco institucional

La sostenibilidad de las estrategias de adaptación y mitigación se fundamenta en un enfoque transversal e interinstitucional, buscando además representatividad equilibrada entre hombres y mujeres. En el marco de este contexto institucional, se han identificado las siguientes entidades públicas relevantes, en concordancia con los objetivos y lineamientos que abarca el Plan Sectorial de Cambio Climático en Minería:

- (a) **Ministerio de Minería:** Su misión consiste en diseñar, ejecutar y evaluar políticas públicas de minería, orientadas a elevar y difundir la contribución del sector minero al desarrollo nacional, fomentando la innovación, productividad y la sostenibilidad a objetivo de aprovechar los recursos mineros disponibles en condiciones socialmente inclusivas. Su responsabilidad específica en la elaboración de este plan será garantizar que la industria minera cumpla con las medidas de mitigación y adaptación establecidas en el Plan Sectorial de Cambio Climático. Lo anterior, en coordinación con la subsecretaría de minería que está encargada de colaborar en la resolución de la política de fomento minero y asesorar en el ejercicio de sus funciones y atribuciones. Como entidad responsable de la política minera en Chile. Su participación es crucial para brindar orientación estratégica, apoyo técnico y coordinación en la implementación del plan sectorial. Se busca incorporar también a las unidades vinculadas a la equidad de género.
- (b) **Servicio Nacional de Geología y Minería:** Son el organismo técnico responsable de generar, mantener y divulgar información de geología básica y de recursos y peligros geológicos del territorio nacional, para el bienestar de la comunidad y al servicio del país, y de regular y/o fiscalizar el cumplimiento de normativas mineras en materia de seguridad, propiedad y planes de cierre, para contribuir al desarrollo de la minería nacional. En el marco del Plan Sectorial de Cambio Climático, su responsabilidad principal radica en supervisar el cumplimiento de normativas relacionadas con la seguridad, así como proporcionar información actualizada sobre peligros geológicos asociados al cambio climático.
- (c) **Comisión Chilena del Cobre:** es un organismo técnico y altamente especializado creado en 1976 con la misión de asesorar al Gobierno en la elaboración, implementación y evaluación de políticas, estrategias y acciones que contribuyan al desarrollo sustentable del sector minero nacional y a fortalecer el aporte de éste al resto de la economía. Asimismo, resguardar los intereses del Estado en sus empresas mineras, fiscalizando y evaluando su gestión e inversiones
- (d) **Ministerio de Energía:** Institución de Gobierno responsable de elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector

energético del país. Su función en la elaboración del Plan Sectorial contra el Cambio Climático consiste en velar por la implementación de energías limpias, movilidad eléctrica y tecnologías en los procesos de las actividades mineras, facilitando así una transición energética que contribuya activamente a combatir el cambio climático. Dado que la industria minera es una gran consumidora de energía, el Ministerio de Energía debe participar para impulsar la transición hacia fuentes de energía más limpias y eficientes en el sector minero. También puede proporcionar orientación sobre políticas energéticas y promover la adopción de tecnologías limpias.

- (e) **Ministerio de Medio Ambiente:** Es el órgano del estado encargado de colaborar con el presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa. Su rol fundamental consiste en proponer políticas y formular planes de programas y acción contra el cambio climático. Tiene un papel de contraparte técnica y autoridad coadyuvante fundamental en la promoción de políticas y regulaciones ambientales. Su participación es esencial para garantizar la alineación del plan sectorial con las políticas ambientales nacionales y los compromisos internacionales relacionados con el cambio climático.
- (f) **Ministerio de la Mujer y Equidad de Género:** Tiene por objetivo contribuir al financiamiento de proyectos nacionales, regionales y/o locales que estén destinados a fortalecer la participación, asociatividad y liderazgo de las mujeres, en el marco de la equidad de género y los derechos humanos. Su responsabilidad en el marco del plan sectorial contra el cambio climático es asegurar la inclusión activa del rol femenino en los planes de mitigación y adaptación, garantizando el cumplimiento del artículo 17 de la Ley 21.455.
- (g) **Ministerio de Hacienda:** dirige la administración financiera del Estado, proponer la política económica y financiera del Gobierno en materias de su competencia y efectuar la coordinación y supervisión de las acciones que en virtud de ella se ejecuten. Su rol asociado a combatir el cambio climático se asocia al apoyo, diseño e implementación de instrumentos de gestión del cambio climático para establecer una visión a largo plazo que considere la institucionalidad y gobernanza climática del país, así como también, facilitar la cooperación público-privada para movilizar capital hacia sectores que respalden la implementación de metas, planes y estrategias climáticas, contribuyendo al cumplimiento de objetivos de mitigación y adaptación. Es responsable de la formulación de políticas económicas y fiscales. Su participación es importante para asegurar la disponibilidad de recursos financieros y la integración de incentivos económicos en el plan sectorial.
- (h) **Ministerio de Ciencias, Tecnología Conocimiento e Innovación:** Es un sistema compuesto por los organismos públicos, instituciones públicas de investigación y desarrollo e instituciones de educación superior estatales; y por las personas e instituciones privadas que realizan, fomentan o apoyan actividades relevantes relacionadas con ciencia, tecnología e innovación. Su función asociada a los planes elaborado contra el cambio climático es contribuir al diseño e implementación de instrumentos de gestión del cambio climático para transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero y participar en la elaboración de la Estrategia Climática de Largo Plazo, la Contribución Determinada a Nivel Nacional, y planes sectoriales de mitigación y adaptación al cambio climático.
- (i) **Ministerio de Desarrollo Social y Familia:** Entidad orientada en contribuir en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia de desarrollo social, especialmente aquellas destinadas a erradicar la pobreza y brindar protección a las personas y grupos vulnerables, promoviendo la movilidad e integración social. Su función en la lucha contra el cambio climático radica en salvaguardar a los sectores sociales vulnerables que se encuentran en situaciones de riesgo, impulsando iniciativas a nivel nacional relacionadas a promover una conciencia ambiental.
- (j) **Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres:** Encargado de asesorar, coordinar, organizar, planificar y supervisar las actividades relacionadas con la Gestión del Riesgo de Desastres del país.
- (k) **Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático:** Es el organismo que colabora con el Ministerio del Medio Ambiente en la elaboración, implementación y seguimiento de los instrumentos en materia de cambio climático, y tiene un carácter intersectorial y técnico, conformado por los representantes de las instituciones competentes en materia de cambio climático.
- (l) **Comité Regional de Cambio Climático (CORECC):** Organismo operativo para la implementación de políticas y acciones de Adaptación al cambio climático, en el Plan Nacional de Adaptación, aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Compuesto por Gobernador/a Regional, las Secretarías Regionales Ministeriales de los Ministerios que conforman el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, y por representantes de municipios y de la sociedad civil regional.

(m) **Corporación de Fomento de la Producción:** Institución que fomenta el desarrollo tecnológico, innovación productiva y la investigación aplicada en áreas estratégicas para la economía chilena, a través del cofinanciamiento de proyectos que aborden "Desafíos de I+D".

Adicional a las entidades mencionadas en marco institucional, se considera relevante la participación de los siguientes actores en torno al Plan Sectorial del Cambio Climático de Minería:

- **Empresas mineras principales:** Compañías mineras líderes en Chile, deben ser invitadas a participar debido a su importancia en la industria minera del país.
- **Empresas mineras medianas:** es importante involucrar a empresas medianas que también desempeñan un papel significativo en el sector. Estas empresas pueden tener enfoques y desafíos diferentes, y su participación contribuirá a una representación más amplia.
- **Empresas mineras pequeñas y gremios o asociaciones mineras:** durante el proceso, se incluirán y considerarán a las empresas mineras pequeñas, sean ellas de manera independiente o a través de gremios y/o asociaciones relevantes de empresas del rubro. Un ejemplo es el Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh), el cual reúne a los Ingenieros Civiles de Minas, Metalurgistas, Geólogos e Ingenieros Civiles de otras especialidades que se desempeñan en la industria minera, metálica, no metálica, plantas de beneficio, refinerías y fundiciones.
- **Proveedores de servicios y tecnología:** Las empresas proveedoras de servicios y tecnología para el sector minero, como proveedores de maquinaria, equipos, sistemas de monitoreo y soluciones ambientales, también deben ser consideradas. Su experiencia y conocimientos en tecnologías limpias y soluciones innovadoras pueden ser valiosos para el desarrollo del plan, pues el mercado local fomentará el cumplimiento de las NDC.
- **Profesionales involucrados en iniciativas de desarrollo sostenible y acción climática en el sector:** Los y las profesionales involucrados en asesoría en temas ambientales y de cambio climático pueden brindar una perspectiva técnica y experiencia en la elaboración del plan sectorial debido a su involucramiento en estudios relacionados en el sector como por ejemplo el "Roadmap: Digitalización para una Minería 4.0". Su participación puede ayudar a desarrollar estrategias sólidas y medidas efectivas dentro del contexto minero del país; asimismo, generamos sinergias entre las iniciativas que se vienen desarrollando.
- **Consejo Minero:** Es una asociación gremial que agrupa a las principales empresas mineras en Chile. El Consejo Minero tiene como objetivo promover un desarrollo responsable y sustentable de la minería en el país. Su participación es fundamental para representar los intereses de las grandes compañías mineras y brindar una perspectiva de la industria.
- **SONAMI:** Es una entidad gremial que agrupa a pequeñas y medianas, y la gran minería de empresas mineras metálicas y no metálicas en Chile. La SONAMI representa los intereses y necesidades de estas empresas y promueve el desarrollo sostenible del sector.
- **APRIMIN:** Es una asociación gremial que representa a empresas proveedoras de bienes y servicios para la industria minera en Chile. Su participación es relevante para brindar una perspectiva desde el sector de proveedores y facilitar la colaboración entre las empresas mineras y sus proveedores.
- **Corporación Alta Ley:** Es una organización destinada a articular las capacidades existentes en entidades y organismos públicos y privados en la industria minera, con el propósito de promover y propiciar el desarrollo del sector. Su rol en los planes asociados al cambio climático es propiciar la sostenibilidad de la industria minera e iniciativas que permitan resolver los desafíos relevantes de las necesidades de la minería, mediante el desarrollo de innovaciones, transferencia de tecnologías y trabajo colaborativo, entre todas las entidades del ecosistema.
- **Universidades:** Las universidades chilenas con programas y departamentos relacionados con la minería, la ciencia ambiental, la ingeniería, la geología y otros campos relevantes pueden aportar experiencia y conocimientos especializados. Algunas universidades reconocidas en Chile incluyen la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad Técnica Federico Santa María, entre otras.
- **Centros de investigación:** Diversos centros de investigación ambiental y *think tanks* enfocados en temas ambientales, energéticos y mineros pueden contribuir con análisis científicos, modelos de evaluación de impacto, evaluación de tecnologías limpias y evaluaciones de riesgo climático en la industria minera. Los ejemplos incluyen el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), el Centro

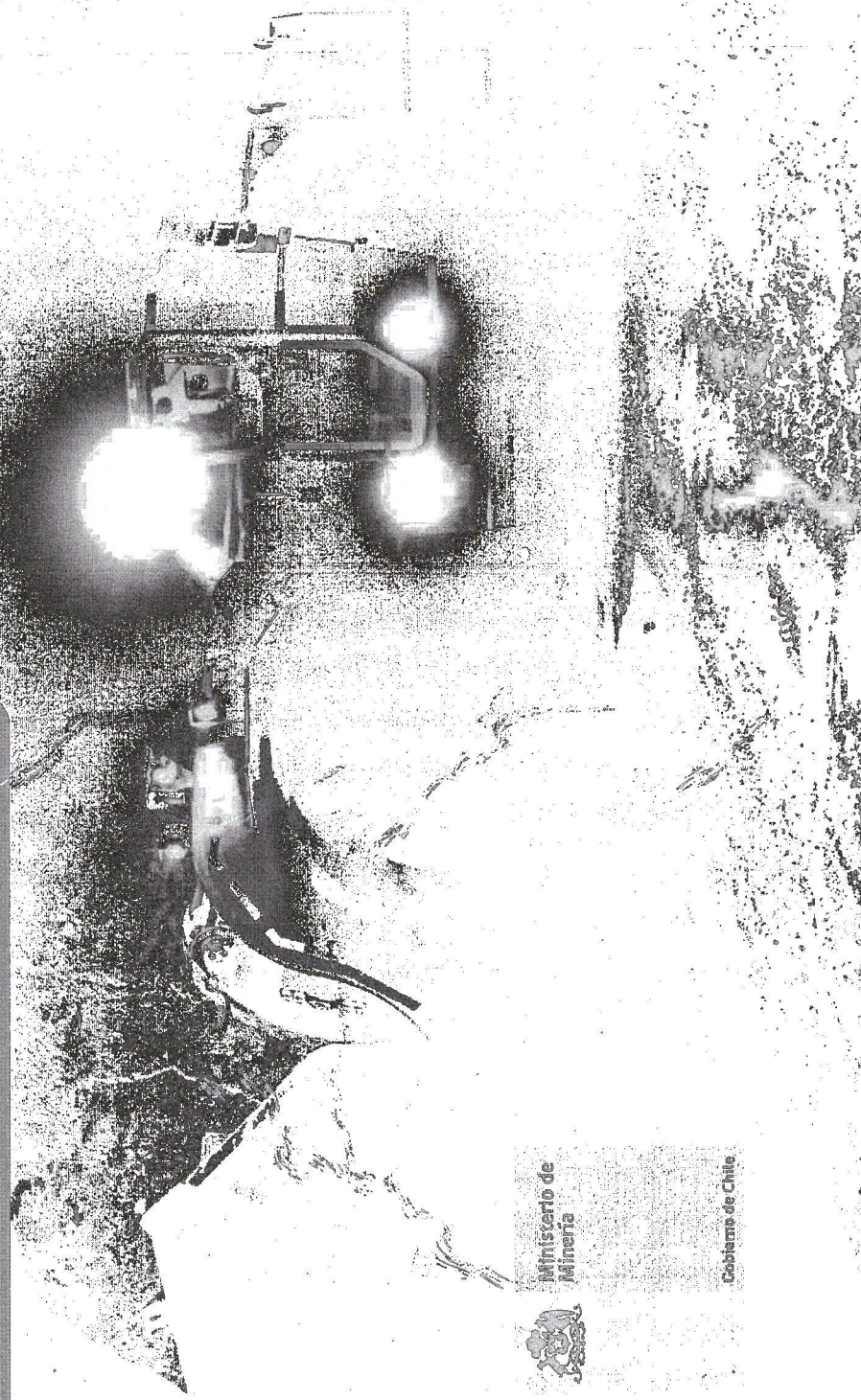
de Investigación y Desarrollo en Recursos y Ambientes Costeros (i-mar), Centro de Minería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Centro de Investigación en Minería Sustentable (CIMS), Centro de Energía y Desarrollo Sustentable (CEDS), *Advanced Mining Technology Center* (AMTC), y Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería (CICITEM).

- **Sociedad civil:** Organizaciones no gubernamentales (ONG), Organizaciones no lucrativas (ONL), Asociaciones de ciudadanos, sindicatos, colegios profesionales, barrios y asociaciones vecinales, clubes sociales, grupos religiosos, mujeres y hombres interesados en participar del proceso.



Plan Sectorial de Cambio Climático: Sector Minería

Anteproyecto en consulta pública



Ministerio de
Minería

Gobierno de Chile

Anteproyecto del Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería
Ministerio de Minería, junio 2024

EQUIPO TÉCNICO

Ministerio de Minería, División de Estrategia y Políticas Públicas Mineras:
Carlos Silva Landeros, Jefatura División Estrategia y Políticas Públicas Mineras
Francisco Dall'Orso León, Jefatura Departamento Políticas Públicas Mineras.
Bárbara Salinas Trentini, Profesional Departamento Políticas Públicas Mineras

Banco Interamericano de Desarrollo (BID): Martin Walter

EQUIPO CONSULTOR

EBP Chile y DEUMAN.

Nicola Borregaard, Rubén Méndez, Diego Lizana, Carolina Faúndez, Rodrigo Valenzuela, Itala Ferrer,
Luis Costa, Mariana Ruiz, Virginia Guzmán, Romina Cid

DISEÑO

Ministerio de Minería, Departamento de Comunicaciones
Sebastián Bejar Navarrete, Diseñador del Departamento de Comunicaciones

Este anteproyecto de plan fue elaborado por el Ministerio de Minería en con el apoyo de Banco Interamericano de Desarrollo (BID) quien entregó financiamiento para contratar a las empresas consultoras ImplementaSur, EBP Chile y Deuman. También agradecemos la participación de expertos nacionales incluyendo representantes de distintos servicios públicos, sector privado, academia y sociedad civil, cuyos puntos de vistas fueron claves para las definiciones de este plan.

Contenidos

Acrónimos.....	3
1. Introducción.....	4
1.1. Objetivos y alcance.....	4
2. Contexto y antecedentes del plan.....	5
2.1. Contexto global y nacional de cambio climático.....	5
2.2. Caracterización del sector.....	5
2.3. Definiciones estratégicas de cambio climático y políticas de desarrollo sectorial.....	6
2.3.1. Marco Legal.....	7
2.3.2. Políticas y planes.....	7
2.3.3. Objetivos sectoriales sector minería.....	7
2.4. Proceso de elaboración del plan: etapas e hitos relevantes.....	8
3. Diagnóstico sectorial de cambio climático.....	10
3.1. Análisis sectorial de emisiones.....	10
3.1.1. Categorías del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero asignadas al sector.....	10
3.1.2. Emisiones históricas y proyectadas.....	11
3.1.3. Factores que determinan las emisiones.....	14
3.1.4. Otras políticas con impacto en la implementación de medidas de mitigación sectorial.....	17
3.2. Evaluación de impactos y vulnerabilidad de riesgos.....	19
3.2.1. Vulnerabilidad e impactos en las operaciones mineras.....	19
3.2.2. Vulnerabilidad e impactos en la infraestructura minera.....	20
3.2.3. Riesgos climáticos en la minería.....	21
3.3. Presentación del sector.....	25
3.3.1. Caracterización general.....	25
3.3.2. Nivel de actividad.....	27
3.3.3. Uso de recursos.....	28
3.3.4. Actores importantes en la industria minera.....	29
3.3.5. Acuerdos y estándares voluntarios.....	30
3.3.6. Externalidades.....	31
4. Planificación estratégica.....	35
4.1. Objetivo general del Plan.....	35
4.2. Objetivos específicos.....	35
4.3. Líneas de acción.....	35
4.4. Medidas de acción.....	36
4.4.1. Componente mitigación.....	36
4.4.2. Componente adaptación.....	49
4.4.3. Cronograma resumen.....	71
5. Arreglos institucionales para la implementación del plan.....	73
5.1. Estructura Organizacional.....	73
5.2. Unidad de Gestión del Plan.....	73
5.3. Mecanismos de Coordinación.....	73
5.4. Sistema de Monitoreo y Evaluación.....	73
5.5. Desarrollo de Capacidades y Estrategia de Difusión.....	75
5.6. Financiamiento y Recursos.....	75
5.7. Medios de Implementación.....	75
5.7.1. Desarrollo y Transferencia de Tecnología.....	75
5.7.2. Creación y Fortalecimiento de Capacidades.....	76
5.7.3. Financiamiento climático.....	79
6. Bibliografía y fuentes de información.....	80
7. Anexos.....	83

Acrónimos

APR: Agua Potable Rural
APRIMIN: Asociación de Proveedores Industriales de la Minería.
AR5: Quinto Informe de Evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés *Fifth Assessment Report*)
AR6: Sexto Informe de Evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés *Sixth Assessment Report*)
BCN: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile
BID: Banco Interamericano de Desarrollo.
CAL: Corporación Alta Ley
CCRN: Cambio Climático y Recursos Naturales
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN: Escenario de carbono neutralidad
COCHILCO: Comisión Chilena de Cobre.
CODELCO: Corporación Nacional del Cobre de Chile.
CORECC: Comité Regional de Cambio Climático.
CORFO: Corporación de Fomento de la Producción.
DGA: Dirección General de Aguas
DMC: Dirección Meteorológica de Chile
ECLP: Estrategia Climática de Largo Plazo.
EE: Eficiencia Energética
ETICC: Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático
ERNCC: Energías Renovables No Convencionales
FCH: Fundación Chile.
GEI: Gases de efecto invernadero.
GIRH: Gestión Integrada del Recurso Hídrico
GRD: Gestión del Riesgo de Desastres.
IBA: Informe Bienal de Actualización
IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés *Intergovernmental Panel on Climate Change*)
ICMM: Consejo Internacional de Minería y Metales (por sus siglas en inglés *International Council on Mining and Metals*) ().
IIMCh: Ingenieros de Minas de Chile.
INGEI: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
LMCC: Ley Marco de Cambio Climático.
Mch: Minería Chilena.
MEPS: Estándares mínimos de eficiencia energética (por sus siglas en inglés *Minimum Energy Performance Standard*)
MMA: Ministerio de Medio Ambiente.
NDC: Contribución Determinada a Nivel Nacional (por sus siglas en inglés *Nationally Determined Contribution*).
PACC: Planes de Adaptación al Cambio Climático
PAT: Plan de Acción Tecnológico
PELP: Planificación Energética de Largo Plazo
PNACC: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PSCC: Plan Sectorial Cambio Climático de Minería.
PNM2050: Política Nacional Minera 2050
RCP: Trayectorias de Concentración Representativas (por sus siglas en inglés *Representative Concentration Pathways*)
RL: Escenario de recuperación lenta post COVID-19
SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería.
SENAPRED: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres.
SBTi: Objetivos Basados en la Ciencia (por sus siglas en inglés *Science-Based Targets Initiative*)
SONAMI: Sociedad Nacional de Minería.
SST: Sistema Solar Térmico
TEA: Escenario de transición energética acelerada
TCFD: Grupo de Trabajo sobre Divulgaciones Financieras Relacionadas con el Clima (por sus siglas en inglés *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures*)
TJ: TeraJoules
USGS: Servicio Geológico de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés *United States Geological Survey*)
WRI: Instituto de Recursos Mundiales (por sus siglas en inglés *World Resources Institute*)
WBCSD: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (por sus siglas en inglés *World Business Council for Sustainable Development*)

1. Introducción

La minería es la principal actividad económica del país (BCN, 2023). Consume alrededor del 15% de la energía total del país, lo que representa un tercio del consumo de electricidad nacional y un quinto del consumo de diésel. Las iniciativas climáticas que pueda impulsar el sector minero representan una gran oportunidad para reducir emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y, de este modo, contribuir a enfrentar los desafíos del cambio climático.

Chile firmó el Acuerdo de París, comprometiéndose a ser carbono neutral a más tardar el 2050. A raíz de este compromiso, se desarrollaron diversos instrumentos de gestión climática en el país. En 2020 nuestro país presenta su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), que establece los compromisos de Chile para reducir sus emisiones y adaptarse al cambio climático, y en 2021 se publicó la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), que traza una hoja de ruta de largo plazo hacia la carbono neutralidad y resiliencia. Posteriormente, en 2022, se publica la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) (Ley 21.455), con el objetivo de contar con un marco jurídico para que el país pueda enfrentar los desafíos que implica el cambio climático y cumplir con sus compromisos internacionales. Esta ley mandata la elaboración de los Planes Sectoriales de Mitigación y de Adaptación al Cambio Climático para distintos sectores de la economía nacional, dentro de los cuales se encuentra el sector minería. Cabe mencionar que el Ministerio de Minería ha decidido elaborar un plan integrado, que incluye tanto el componente de mitigación como el de adaptación, que se denomina Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería (PSCC).

El PSCC define las medidas y acciones necesarias para que el sector pueda reducir sus emisiones de GEI y adaptarse a los efectos del cambio climático, con el objetivo de asegurar la continuidad de las operaciones mineras en el tiempo de la manera más sostenible posible. Estas medidas y acciones, que abarcan el componente de mitigación y adaptación, en conjunto con medidas transversales relativas a medios de implementación, han sido desarrolladas y validadas a través de un proceso participativo que involucra a actores del sector público, privado y la sociedad civil, con los más altos estándares de transparencia y participación.

El presente documento se organiza de la siguiente forma. En el Capítulo 2, se ofrece el contexto y los antecedentes del PSCC, haciendo referencia al cambio climático a nivel global y nacional, así como a las estrategias y políticas nacionales relacionadas con el desarrollo sectorial. También se presentan las etapas e hitos relevantes que han marcado el proceso de elaboración del Plan.

El Capítulo 3 aborda un diagnóstico sectorial con enfoque en cambio climático, que incluye un análisis de emisiones, una evaluación de impactos, vulnerabilidad y riesgos, y finalmente la presentación del sector.

En el Capítulo 4, se lleva a cabo una planificación estratégica que incluye la visión y objetivos del plan, así como las líneas de acción estratégicas respectivas. También se detallan objetivos específicos, fichas de medidas, mecanismos de monitoreo y recomendaciones para la implementación a nivel territorial en los ejes de mitigación, adaptación y medio de implementación.

Finalmente, en el Capítulo 5, se presentan los arreglos institucionales para la implementación del plan.

1.1. Objetivos y alcance

Fortalecer la prevención y respuesta del sector minero ante el cambio climático, impulsando el desarrollo de una minería resiliente en todos sus niveles, abarcando operaciones de pequeña, mediana y gran escala, tanto metálicas como no metálicas. Esto se logrará mediante la implementación de estrategias de adaptación y mitigación, orientadas a la reducción de emisiones de GEI y a la adopción de innovadoras tecnologías que favorezcan una transición energética sostenible y resiliencia del sector. En paralelo, se buscará potenciar las capacidades institucionales pertinentes, generando así un entorno propicio para aprovechar oportunidades y hacer frente a las amenazas vinculadas al cambio climático. El documento busca promover una minería acorde con los principios de sostenibilidad ambiental, estableciendo una sinergia efectiva entre la actividad minera y la preservación del medio ambiente. Lo anterior, contribuyendo al cumplimiento de las metas de la ECLP y NDC.

2. Contexto y antecedentes del plan

2.1. Contexto global y nacional de cambio climático

En las últimas tres décadas, el cambio climático se ha posicionado como uno de los principales desafíos para la humanidad. Actualmente, sus impactos significativos se pueden observar en todo el mundo, siendo América Latina y, especialmente, Chile, algunas de las zonas más afectadas. Estos impactos se intensificarán progresivamente en el futuro con un aumento de la temperatura promedio de la Tierra. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), define escenarios ilustrativos de emisiones para estudiar la respuesta climática, los cuales, sustentan las proyecciones de los modelos climáticos y se denominan Escenarios de Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés). En su Sexto Informe de Evaluación (AR6, por sus siglas en inglés) el IPCC afirma que es muy probable que la temperatura promedio global aumente significativamente a finales de este siglo en comparación con la época preindustrial. El rango probable de aumento varía entre 1,5°C y 5,7°C, dependiendo del escenario considerado (IPCC, 2021). Por tanto, la adaptación a estos cambios va tomando cada vez más importancia, llegando a ser un tema central en los esfuerzos internacionales.

Cabe mencionar que los efectos del cambio climático se distribuyen desigualmente entre regiones, grupos sociales y entre mujeres y hombres en el país. Varios estudios han demostrado que el cambio climático afecta especialmente a los más vulnerables, entre las mujeres y las niñas, por situaciones de pobreza y roles asociados con el género. Esto aconseja incorporar una mirada social y de género a las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, y tener en cuenta las distintas vulnerabilidades de los grupos y sus aportes específicos a las estrategias diseñadas. Si bien el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha publicado una guía sobre género y cambio climático, aún no se ha realizado un análisis enfocado en las regiones con mayor concentración de actividad minera.

Esto implica incorporar una mirada social y de género a las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, y tener en cuenta las distintas vulnerabilidades de los grupos y sus aportes específicos a las estrategias diseñadas.

2.2. Caracterización del sector

En este contexto, la minería chilena tiene un rol fundamental en la adaptación y mitigación del cambio climático, abarcando tanto la minería a gran escala como la mediana y la pequeña. La pequeña y mediana minería cumplen un rol social clave para Chile, siendo especialmente vulnerable a los cambios estructurales relacionados al cambio climático, lo que afecta su productividad y desarrollo. Por su parte, la gran minería es fundamental para proporcionar los metales necesarios para la transición energética, por lo que estos debiesen ser producidos de la forma más sostenible posible. Además, los esfuerzos de mitigación de esta industria contribuyen significativamente a los compromisos que ha establecido Chile en el contexto del Acuerdo de París.

La Política Nacional Minera 2050, el instrumento rector de las políticas públicas mineras de Chile. Esta política apunta a:

- Mantener y potenciar el liderazgo de Chile en el suministro de minerales necesarios para la lucha contra el calentamiento global y la adaptación a sus consecuencias, generando valor para el país.
- Ser la industria minera más competitiva e innovadora a nivel mundial, fortaleciendo la exploración de recursos de manera responsable con las personas y el entorno, y promoviendo la participación activa en el cambio tecnológico, junto con el fortalecimiento del ecosistema de proveedores.
- Lograr los más altos estándares de seguridad, diversidad e inclusión, mejorando la calidad de vida en los territorios y fomentando una identidad minera genuina en la ciudadanía.
- Impulsar el desarrollo sustentable de la minería, alcanzando la carbono neutralidad al 2040, contribuyendo a satisfacer las necesidades del presente de manera responsable y asegurando recursos para las generaciones futuras.
- Construir una institucionalidad efectiva que promueva el desarrollo minero con una visión de país a largo plazo y potencie la política de fomento orientada a la pequeña y mediana minería.

Chile es el mayor productor de cobre del mundo, con una producción anual aproximada de 5 millones de toneladas desde hace casi dos décadas. Las inversiones en el sector minero chileno a 10 años bordean los 70 mil millones de dólares, reflejando la importancia y el continuo desarrollo de esta industria clave para la economía nacional. Según el reporte "Inversión en la minería chilena" de Cochilco, la cartera de proyectos para el período 2023-2032 contempla una inversión total de 65.712 millones de dólares, distribuidos en 49 proyectos (COCHILCO, 2023d). Por otra parte, según el informe del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (2021), Chile posee el 41% de las reservas mundiales de litio y el 21,3% de las reservas de cobre a nivel global. Estos minerales son fundamentales para la fabricación de productos clave en la lucha contra el cambio climático, como autos eléctricos, paneles solares, turbinas eólicas y baterías. Según el informe "Demanda de cobre a partir de una transición energética", para alcanzar estas metas, la demanda proyectada de cobre para el año 2050 se distribuye de la siguiente manera: 39% para satisfacer las necesidades de energía solar, 36% para energía eólica y 4% para baterías (Cochilco, 2022).

En los últimos 5.000 años, se han producido 550 millones de toneladas de cobre. Sin embargo, para satisfacer la demanda proyectada para los próximos 25 años, según datos de la Fundación Chile (FCh, 2016), será necesario producir una cantidad de cobre equivalente a todo lo que se ha extraído en la historia de la humanidad hasta ahora. Esto implica que, para lograr una matriz energética completamente limpia, se debe aumentar la producción de cobre de manera sostenible en ocho veces.

Por otra parte, la minería chilena ha implementado iniciativas para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, como la reducción de emisiones directas e indirectas y la adopción de energías renovables (Minería Chilena, 2023). También se ha propuesto una ruta de transformación para una minería más limpia, que incluye la incorporación de la electromovilidad, la eficiencia energética y el fomento de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) (CEPAL, 2019).

En relación a la adaptación, la minería chilena ha implementado diversas acciones como la evaluación del riesgo climático y la elaboración de planes de adaptación en sus operaciones, la instalación de fuentes alternas de agua continental o el reforzamiento de su infraestructura ante aluviones o marejadas. Sin embargo, des crucial prevenir acciones de maladaptación, es decir, aquellas medidas que, en lugar de reducir la vulnerabilidad al cambio climático, terminan aumentando el impacto del riesgo climático, ya sea en el presente o en el futuro. Estas acciones pueden resultar de una planificación inadecuada que no considere los efectos a largo plazo, las interacciones del sistema climático, o las condiciones socioeconómicas y ambientales específicas, incrementando la exposición a riesgos futuros o creando nuevas vulnerabilidades. Ejemplo de acciones de maladaptación en minería podrían ser la promoción de la minería en localizaciones de alto riesgo climático, implementación de acciones de adaptación que generen mayores emisiones de GEI, el desplazamiento del riesgo aguas abajo o la reducción de incentivos para la adaptación (Barnett y O'Neill, 2010).

Un caso concreto de maladaptación podrían ser las plantas desalinizadoras de agua de mar, ya que, si no se implementan correctamente, podría generar un aumento de emisiones debido a la electricidad requerida para su operación o por la impulsión del agua desalinizada. Además, existen posibles impactos ambientales, como el aumento de la salinidad en los puntos de descarga y la vulnerabilidad de las plantas desalinizadoras costeras al aumento del nivel del mar, así como la posible disminución del incentivo para mejorar la eficiencia hídrica y aumentar la demanda energética, lo que tendría consecuencias a nivel de producción.

Dadas las razones expuestas anteriormente, la minería chilena juega un papel relevante en la lucha contra el cambio climático. Su compromiso con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, junto con la implementación de prácticas más sostenibles, es fundamental para disminuir los impactos del cambio climático.

2.3. Definiciones estratégicas de cambio climático y políticas de desarrollo sectorial

Nuestro país cuenta con diversas leyes, tanto vinculadas al quehacer minero como a la protección ambiental, que regulan al sector. Estas regulaciones, junto con diversas políticas públicas y planes, proporcionan los lineamientos necesarios para el buen ejercicio de la minería en el país. Además, tanto las políticas como los planes presentan objetivos sectoriales que buscan asegurar una integración adecuada entre la minería y la adaptación y mitigación del cambio climático.

2.3.1. Marco Legal

Ley Marco de Cambio Climático (Ley N° 21.455): Establece un marco jurídico para abordar los desafíos del cambio climático, con el objetivo de alcanzar y mantener la neutralidad de carbono y la resiliencia para el año 2050. Esta ley reconoce principios fundamentales como la no regresión, la progresividad, el enfoque ecosistémico, la equidad y justicia climática, la territorialidad, la transparencia y la participación ciudadana en su aplicación. En cuanto a responsabilidades, los ministerios sectoriales, gobiernos regionales y municipios deben diseñar e implementar acciones y medidas de mitigación y/o adaptación al cambio climático. Esto implica que las instituciones a nivel nacional, regional y local deben colaborar para cumplir con los objetivos de la ley y promover un desarrollo bajo en emisiones de carbono, siendo el Ministerio del Medio Ambiente el líder de este proceso. Es importante señalar, que el artículo 17, señala una colaboración e incorporación con grupos vulnerables y la equidad de género, fomentando así la inclusión del rol femenino en los planes de mitigación y adaptación. Además, en relación con la ley 21.364, incluyendo el reglamento procedimental para la elaboración de los planes sectoriales de adaptación al cambio climático, se incluye al Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED) como Organismo técnico en cuanto a Gestión de Riesgo de Desastres.

Ley N° 21.364 “Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres”: Tiene como objetivo principal fortalecer las capacidades del país para prevenir y responder eficazmente a situaciones de emergencia y desastres, garantizando una gestión más eficiente y coordinada en estas circunstancias críticas.

Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300): Entre sus variadas disposiciones, esta ley establece normas y procedimientos para la evaluación de impacto ambiental de una amplia variedad de proyectos y actividades en Chile, no limitándose únicamente a la minería. Esta ley, en conjunto con la Ley Marco de Cambio Climático, exigen la consideración de los efectos del cambio climático en todas las operaciones que puedan impactar el medio ambiente, incluidas las actividades mineras. Así, garantiza que los proyectos mineros, al igual que otros proyectos, sean evaluados rigurosamente para mitigar sus impactos ambientales.

Código de Minería (Ley N° 18.248): Regula la concesión de derechos mineros y puede influir en la forma en que las empresas mineras abordan los desafíos del cambio climático.

2.3.2. Políticas y planes

Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) y sus medios de implementación: Instrumento donde se han definido los lineamientos generales de largo plazo a nivel sectorial para enfrentar los desafíos del cambio climático, con un horizonte a 30 años (Gobierno de Chile, 2021). Su objetivo principal es avanzar a un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones, y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático. Lo anterior, también considerando sus medios de implementación a nivel de financiamiento, capacidades y transferencia.

Política Nacional Minera 2050 (PNM2050): Política estratégica de largo plazo que establece una visión compartida y transversal para la industria minera chilena, con el objetivo de generar un modelo de desarrollo más sustentable (Ministerio de Minería, 2022).

Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC): Consiste en un compromiso que el país asumió en el marco del Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. La NDC de Chile establece objetivos y medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse al cambio climático.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: Establece el marco conceptual y los lineamientos para la adaptación a los efectos del cambio climático a largo plazo. Este plan articula los planes sectoriales de adaptación en sectores prioritarios como Silvoagropecuaria, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura, Salud, Servicios de Infraestructura, Ciudades, Energía, Turismo y Recursos Hídricos. Se enmarca dentro del compromiso de Chile en el ámbito climático, incluyendo la reducción de la intensidad de emisiones de CO₂, promoción de energías renovables no convencionales, reforestación y otros pilares como adaptación, desarrollo de capacidades, desarrollo y transferencia de tecnologías y financiamiento.

2.3.3. Objetivos sectoriales sector minería

A continuación, se presentan los objetivos sectoriales tanto para las medidas de mitigación como de adaptación abarcadas en ECLP (2021), PNM2050 (2022).

Objetivos ECLP

Según la Estrategia Climática a Largo Plazo, los objetivos para el sector minería son:

- Desarrollar estrategias y/o proyectos de manera colaborativa, fomentando la participación directa de comunidades aledañas y pueblos indígenas.
- Minimizar los efectos ambientales armonizando el desarrollo de la actividad minera con el medio ambiente, impulsando proyectos para reducir el uso de agua dulce fresca en las operaciones mineras y soluciones basadas en la naturaleza para adaptarse al cambio climático.
- Minimizar, abordar y gestionar los impactos generados por los relaves activos, abandonados y críticos de la actividad minera.
- Estar a la vanguardia en la mitigación al cambio climático impulsando el suministro basado en fuentes de energías renovables, y promoviendo la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) para el uso de tecnologías bajas o neutras en emisiones.
- Incorporar criterios de adaptación y riesgo al cambio climático en el diseño y operación de las faenas mineras con un foco multidisciplinario y local (considerando toda la infraestructura necesaria: faenas de alta montaña y en borde costero).
- Liderar el modelo de economía circular con un foco en el desarrollo de soluciones locales, reutilización de residuos e infraestructura y uso eficiente de recursos.

Objetivos PNM2050

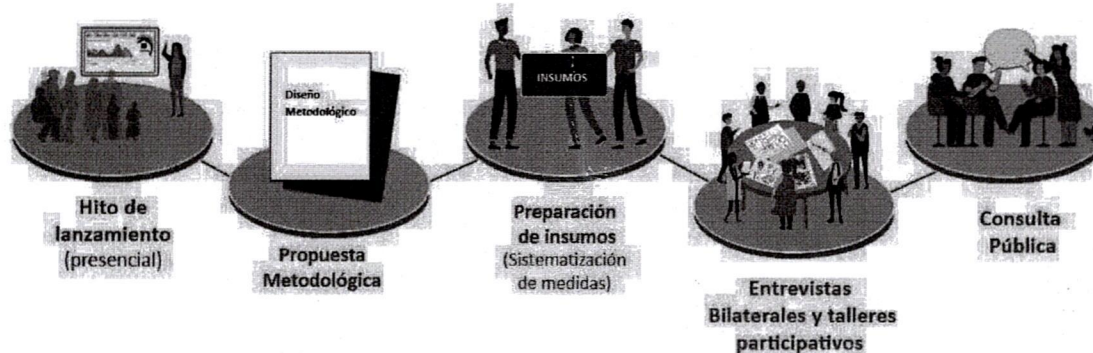
Según la Política Nacional Minera 2050, los objetivos para el sector minería son:

- Ser líder mundial en la producción sustentable de minerales, fomentando una economía mundial baja en carbono y protegiendo la salud de las personas y el ambiente.
- Generar una industria de encadenamientos a la vanguardia en innovación y desarrollo.
- Incrementar la productividad sustentable y competitividad de la industria minera.
- Contar con empleos de calidad, inclusivos y con altos estándares en seguridad.
- Desarrollar proyectos de manera colaborativa con las comunidades y pueblos indígenas.
- Liderar el modelo de economía circular a través de la reutilización de residuos y uso eficiente de recursos.
- Liderar la adaptación y mitigación al cambio climático, logrando la neutralidad de carbono del sector al 2040.
- Minimizar los efectos ambientales armonizando el desarrollo de la actividad minera con el medio ambiente.
- Contar con una institucionalidad moderna, transparente y eficiente, velando por el desarrollo de la industria en beneficio del país.
- Promover la valorización de la minería por parte de la sociedad.
- Potenciar el marco de fomento orientado a la sustentabilidad de la pequeña y mediana minería, aprovechando la riqueza del país.
- Fortalecer a empresas estatales como Codelco y Enami para que sean referentes a nivel internacional

2.4. Proceso de elaboración del plan: etapas e hitos relevantes

El proceso de elaboración del Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería comenzó con un hito de lanzamiento el 19 de octubre de 2023, coordinado por el Ministerio de Minería. A continuación, se desarrolló una propuesta metodológica para el proceso participativo y se inició la revisión de documentos relevantes. Esto dio paso a un proceso participativo que incluyó entrevistas bilaterales, tres talleres virtuales públicos y un taller con expertos. Durante este proceso, participaron expertos, ciudadanos y profesionales del ámbito minero y medioambiental (ver **Tabla 1**).

Figura 1: Esquema del proceso participativo



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se aprecian los resultados de la participación en las cuatro instancias consideradas.

Tabla 1. Visión global de la participación en talleres

Taller	Fecha	Objetivo	N° de participantes	Mujeres	Hombres
1	15/01/24	Revisión de medidas y propuestas de acciones adicionales	156	43%	57%
Expertos	23/01/24	Priorización de medidas por un grupo de expertos en la materia con base en criterios técnicos.	51	50%	50%
2	25/01/24	Priorización de medidas multiactor e identificación de brechas de implementación	74	49%	51%
3	30/01/24	Identificar fuentes de financiamiento y actividades habilitantes	89	58%	42%

Fuente: Elaboración propia

En términos generales, el proceso contó con una buena participación de actores del sector público, privado, sociedad civil y academia. Todos los insumos proporcionados por los asistentes fueron considerados valiosos y se integraron en la elaboración del anteproyecto del Plan Sectorial de Cambio Climático de Minería.

3. Diagnóstico sectorial de cambio climático

3.1. Análisis sectorial de emisiones

3.1.1. Categorías del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero asignadas al sector

El inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) es un instrumento fundamental para monitorear y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a los compromisos internacionales asumidos por el país en materia de reducción de emisiones. Además, este inventario es parte de los esfuerzos nacionales para alcanzar la neutralidad de emisiones a más tardar el año 2050, según lo establecido por la LMCC.

El presupuesto de emisiones de GEI¹ para el periodo 2020-2030 asignado al Ministerio de Minería en la actual Estrategia Climática de Largo Plazo es de 174,1 MtCO_{2eq}. A nivel país, Chile comprometió en su NDC de 2020 un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 MtCO_{2eq} entre el 2020 y 2030, con un máximo de emisiones (*peak*) al 2025, y a alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO_{2eq} al 2030. Este presupuesto constituye la suma de las emisiones anuales de cuatro componentes del INGEI entre 2020 y 2030: generación de electricidad del sector minería, minería y cantería, producción de cal y producción de ácido nítrico. La descripción de cada categoría se presenta en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Descripción de las categorías del INGEI imputadas al sector minería en la ECLP

Código INGEI	Categoría	Subcategoría	Componente/ Subcomponente	Descripción del componente (MMA, 2020)
1.A.1.a.i	Sector energía	Industrias de la energía	Producción de electricidad y calor como actividad principal/ Generación de electricidad (sector minería ¹)	Incluye las emisiones de GEI que resultan del uso de electricidad del sector minería. El factor de emisiones considerado es el del Sistema Eléctrico Nacional y no toma en cuenta los contratos de energía renovable propios del sector.
1.A.2.i		Industrias manufactureras y de la construcción	Minería (con excepción de combustible) y cantería	Incluye las emisiones de la minería que se desarrolla en Chile (excepto la carbonífera) incluyendo la explotación, extracción y los procesos metalúrgicos asociados.
2.A.2	Sector procesos industriales y uso de productos (IPPU)	Industria de los minerales	Producción de cal	Emisiones de CO ₂ relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de Cal
2.B.2		Industria química	Producción de ácido nítrico	Emisiones de GEI que resultan de la producción ácido nítrico. La experiencia de varios países ha confirmado que contribuyen significativamente a los niveles de emisión mundial de GEI.

Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2020)

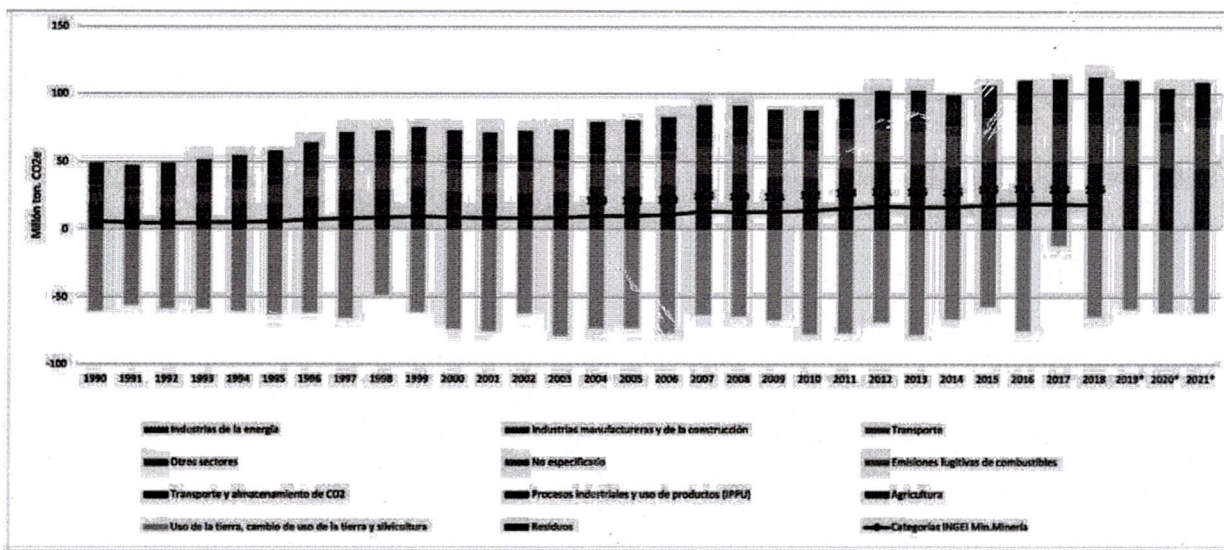
Cada una de las categorías es estimada en los procesos de actualización del INGEI que ocurren durante la elaboración de los Informes Bienales de Actualización (IBA) de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En particular, la metodología utilizada para las estimaciones sigue las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

¹ Cantidad máxima de emisiones de GEI acumuladas que se pueden emitir en un periodo determinado.

3.1.2. Emisiones históricas y proyectadas

Históricamente, la participación de las categorías imputadas al Ministerio de Minería en la ECLP ha representado entre un 9,8% y 17,4% de las emisiones nacionales de GEI. Como se observa en la **Figura 3**, estas emisiones sectoriales han aumentado de 6,2 millones de toneladas de CO_{2eq} en 1990 a 18,5 millones de toneladas de CO_{2eq} en 2018. En el periodo 2008-2018 el sector emitió 181,4 millones de toneladas de CO_{2eq}, lo que representa 4,2% más emisiones que el presupuesto entregado para el periodo 2020-2030 en la ECLP.

Figura 2: Emisiones INGEI por sector nacional y emisiones asociadas a las categorías imputadas al Ministerio de Minería (en rojo).



(*) Años 2019, 2020 y 2021 corresponden a la estimación de emisiones sectoriales del Observatorio Nacional de Carbono Neutralidad de (CR) y Centro de Energía (2022).

Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2020) y CR² y Centro de Energía (2022).

Los componentes que representan las mayores emisiones del sector son la generación eléctrica y las emisiones directas de la minería y cantería. En cuanto al primero, cabe destacar que las emisiones del INGEI imputadas al sector minería consideran parte de las emisiones derivadas de las actividades de generación eléctrica del país y no de los individuales derivados de contratos de suministro con fuentes renovables que mantienen diversas empresas mineras.

Del total de emisiones de GEI generados por la minería, el mayor porcentaje proviene de la industria del cobre. Según (COCHILCO, 2021), en 2020² las emisiones de alcance 1³ y alcance 2⁴ de la minería del cobre sumaron 16,36 millones de toneladas CO_{2eq}, lo que corresponde al 88,4% de las emisiones de GEI imputadas al Ministerio de Minería el mismo año.

Para tener una perspectiva más actualizada, durante el año 2022, la minería del cobre registró emisiones de GEI por un total de 14,56 millones de toneladas de CO_{2eq}, de las cuales, el 44% fueron directas y el 56% correspondieron a emisiones indirectas (COCHILCO, 2023b). Esto representa una reducción de un 14% en relación a 2020, lo que se atribuye principalmente al consumo de electricidad. Dentro de la minería del cobre, el proceso que genera la mayor cantidad de emisiones de alcance 1 es la extracción en mina de rajo abierto, representando un 80% de las emisiones directas. Por otro lado, las mayores emisiones de alcance 2 provienen de la concentración del mineral, abarcando un 53% de las emisiones indirectas

La **proyección de emisiones** del sector tiene directa relación con las potenciales variaciones en la demanda de minerales y la implementación de medidas relativas a los compromisos nacionales. La Planificación Estratégica de Largo Plazo 2023-2027 (PELP) del Ministerio de Energía, proyecta emisiones directas para los diversos sectores del país en función de tres escenarios:

² A pesar de que Cochilco cuenta con datos de emisiones más recientes, dado que se quiere hacer una comparación a nivel nacional se utiliza el 2020 ya que es el último INGEI disponible

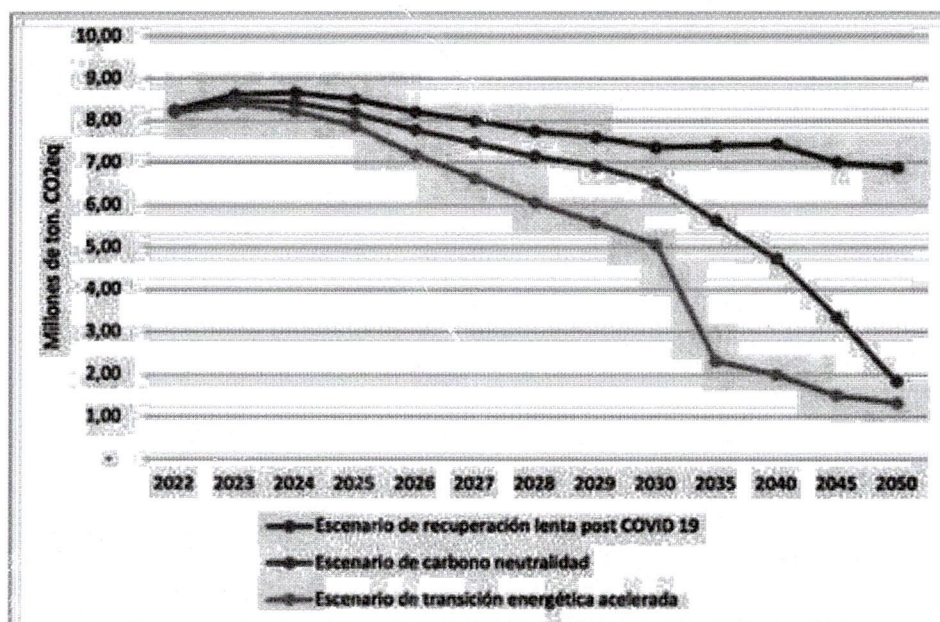
³ Emisiones directas que resultan de las operaciones de una empresa. En el caso de la minería, corresponde principalmente a la quema de combustible al interior de la faena.

⁴ Emisiones indirectas generadas por la generación de electricidad consumida por el sector.

- **Carbono neutralidad (CN):** Existen mejores condiciones económicas a nivel mundial y local. Se adoptan nuevas tecnologías que permiten alcanzar mayores niveles de penetración de la electromovilidad y de medidas de eficiencia en los sectores productivos, de la mano del desarrollo de la industria del hidrógeno verde.
- **Recuperación lenta post COVID-19 (RL):** El impacto de la pandemia del COVID-19 se traduce en una ralentización de la transición energética. Se priorizan acciones que apuntan a mejorar la calidad de los servicios y que tienen un impacto directo en las personas. En particular, los esfuerzos apuntan a mejorar la calidad del aire en las ciudades regulando el uso de la leña y aplicando medidas de eficiencia energética en viviendas. Se implementan todas aquellas medidas que se desprenden de la Estrategia de Electromovilidad y de la Ley de Eficiencia Energética.
- **Transición energética acelerada (TEA):** Se transita progresivamente hacia alternativas de calefacción como el recambio de calefactores, la energía distrital y la aislación térmica de las viviendas. Además, el masivo despliegue de energías renovables en el sistema eléctrico, de la mano de la incorporación de soluciones de almacenamiento, habilita que se electrifiquen consumos en todos los sectores de la economía. Finalmente, se profundiza la integración de electromovilidad y se desarrolla ampliamente la industria de producción de hidrógeno verde y de combustibles sintéticos.

En la PELP 2023-2027, el sector minería se subdivide en minería del cobre, salitre, hierro y minas varias. La proyección de las emisiones directas de la minería bajo los tres escenarios se presenta en la **Figura 3**. Como se observa, las emisiones directas del sector bajo los escenarios TEA y CN son menores a 7 millones de toneladas de CO_{2eq} al 2030, llegando a dos millones de toneladas de CO_{2eq} al 2050. Bajo el escenario de recuperación lenta post COVID-19, las emisiones ascienden a 7,4 y 6,9 millones de toneladas de CO_{2eq} al 2030 y 2050, respectivamente.

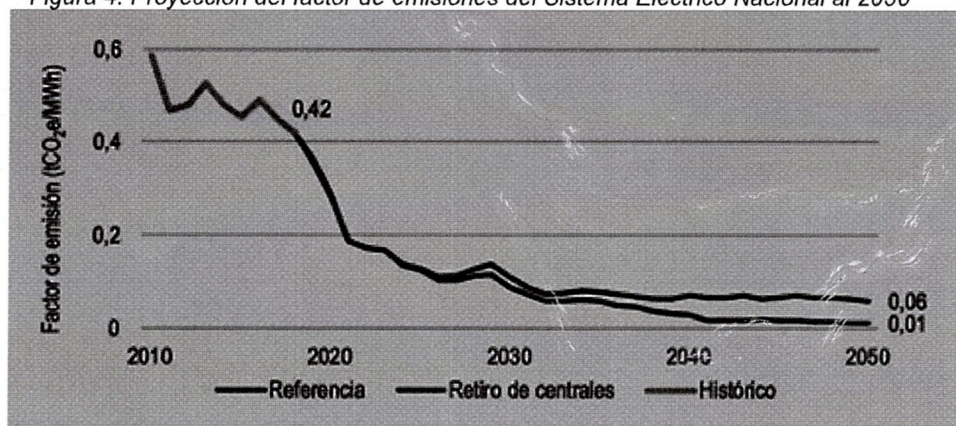
Figura 3. Emisiones directas del sector minería proyectadas bajo distintos escenarios.



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Energía (2021)

Respecto de las emisiones asociadas a la generación eléctrica demandada por el sector minero, se estima que en el futuro el uso de energía aumente debido al aumento de la electrificación de sus procesos, incremento en la profundidad de los yacimientos y dureza de la roca, el aumento de procesos de desalinización y/o impulsión del agua de mar, el crecimiento de la industria y el decrecimiento de las leyes de minerales (Kracht & Salinas, 2021). Cochilco menciona un aumento del 31% en el consumo eléctrico de la minería del cobre entre 2021 y 2032 **Figura 4** muestra la proyección del factor de emisión bajo un escenario de referencia y un escenario de carbono neutralidad asociado al retiro de las centrales a carbón. Como se observa, al 2030 se espera que el factor de emisión del SEN sea 0,1 tCO_{2eq}/MWh aproximadamente, valor notablemente menor a las 0,41 tCO_{2eq}/MWh del promedio anual de 2021 (Ministerio de Energía, 2022).

Figura 4: Proyección del factor de emisiones del Sistema Eléctrico Nacional al 2050



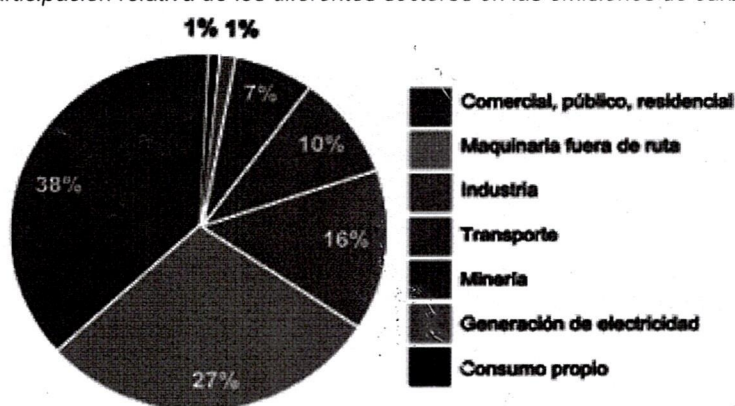
Fuente: Ministerio de Energía (2020)

La Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile no solo establece metas de reducción de GEI en línea con los objetivos de carbono neutralidad del país, también define metas específicas de reducción de **carbono negro** como forzante climático de vida corta. En la última actualización de la NDC de Chile, el país se comprometió a una reducción de al menos un 25% de las emisiones de carbono negro al 2030 respecto del 2016. En relación con esta temática, Gallardo et al. (2020) estiman que en 2016 el sector minería representó un 7% de las emisiones de carbono negro del país, equivalente a 0,7 kton de carbono negro.

Las emisiones nacionales proyectadas de **carbono negro** dependerán fuertemente de las medidas de acción implementadas en los diversos sectores del país (Figura 5). Según reportes del CR2 (2020), se proyectan emisiones en función de los siguientes tres escenarios:

- **Políticas actuales:** Considera medidas de mitigación que afectan los consumos de energía y se encuentran en implementación o en fase de planificación.
- **Carbono neutralidad:** Considera las medidas de mitigación incluidas en la última actualización de la NDC.
- **Carbono neutralidad +:** Contempla las medidas del escenario de carbono neutral y dos adicionales. Estas son la calefacción distrital y aplicación de una norma de emisión más exigente que la actual para la maquinaria fuera de ruta.

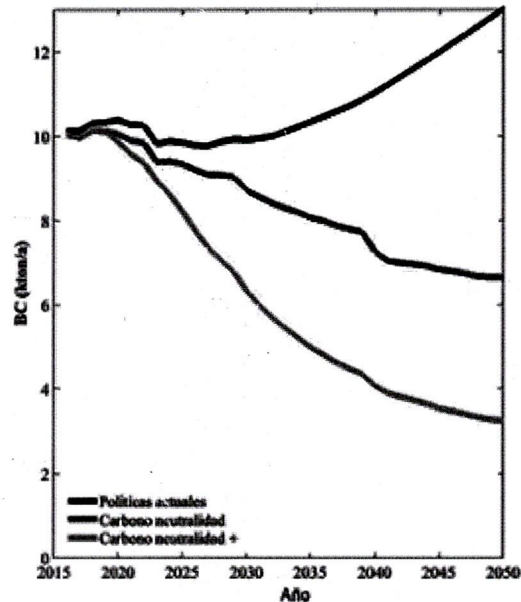
Figura 5: Participación relativa de los diferentes sectores en las emisiones de carbono negro en 2016



Fuente: CR2 (2020)

Como muestra la Figura 6, las emisiones nacionales proyectadas de carbono negro muestran diferencias significativas al 2050 dependiendo del escenario. En particular, la diferencia entre el escenario de políticas actuales y carbono neutralidad es de aproximadamente 10 kilotoneladas anuales al 2050.

Figura 6: Trayectorias de carbono negro entre 2016 y 2050 considerando políticas actuales (negro), carbono neutralidad (azul) y carbono neutralidad+ (verde)



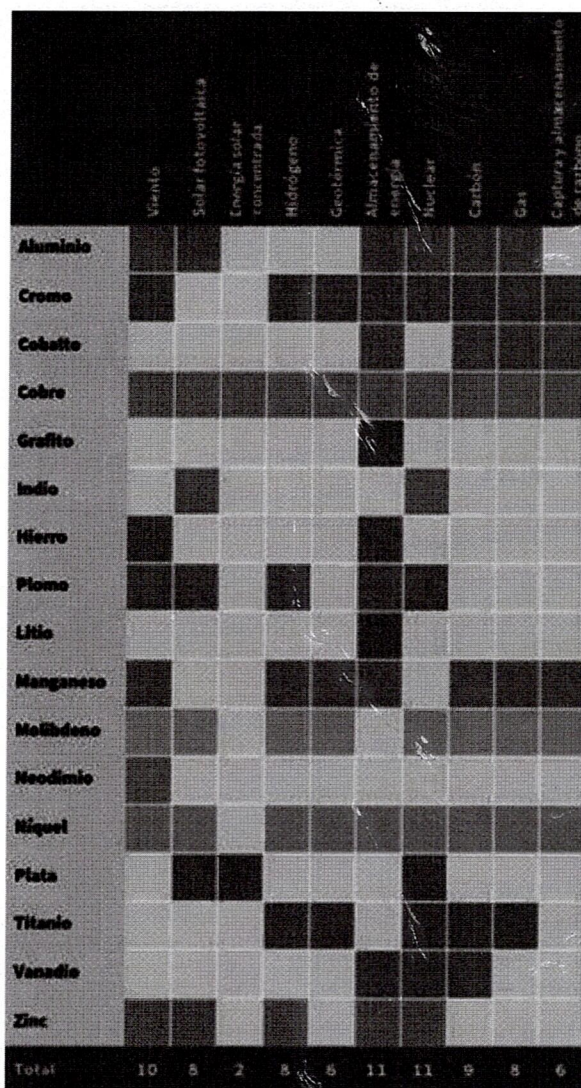
Fuente: Gallardo et al. (2020)

3.1.3. Factores que determinan las emisiones

Las emisiones del sector minería son sensibles a diversas variables. Entre los factores que afectan el nivel de actividad se encuentran:

- Demanda de minerales metálicos y no metálicos:** La demanda de minerales metálicos y no metálicos tiene un impacto directo en la producción y actividad del sector minero. A medida que esta demanda aumenta, se incentiva la producción, elevando la actividad en el sector. Una de las principales medidas para lograr el carbono neutralidad es la transformación de la matriz energética hacia una basada en energías renovables. Según el Banco Mundial (2020), esta transición hacia tecnologías limpias será más intensiva en uso de minerales en comparación con la generación de electricidad a base de combustibles fósiles. La **Figura 7** muestra un mapa de los diferentes minerales necesarios para desarrollar diversas tecnologías de generación bajas en carbono. Chile posee yacimientos de ocho de estos minerales y cuenta con las mayores reservas de cobre y litio (COCHILCO, 2018). Como resultado, se proyecta que la minería chilena enfrentará un aumento significativo en la demanda para satisfacer la necesidad mundial de energía renovable (Kracht & Salinas, 2021). Las consecuencias de este aumento de demanda en las emisiones nacionales de GEI dependerá de diversos factores, especialmente de las medidas que se tomen durante la próxima década respecto de la transición en el uso de combustibles (especialmente el diésel) y la transformación de la matriz energética. Un aumento en la demanda de minerales sin una transición adecuada a una economía baja en carbono resultaría en un incremento de las emisiones sectoriales.

Figura 7: Mapa de minerales necesarios para el desarrollo de tecnologías de generación bajas en carbono



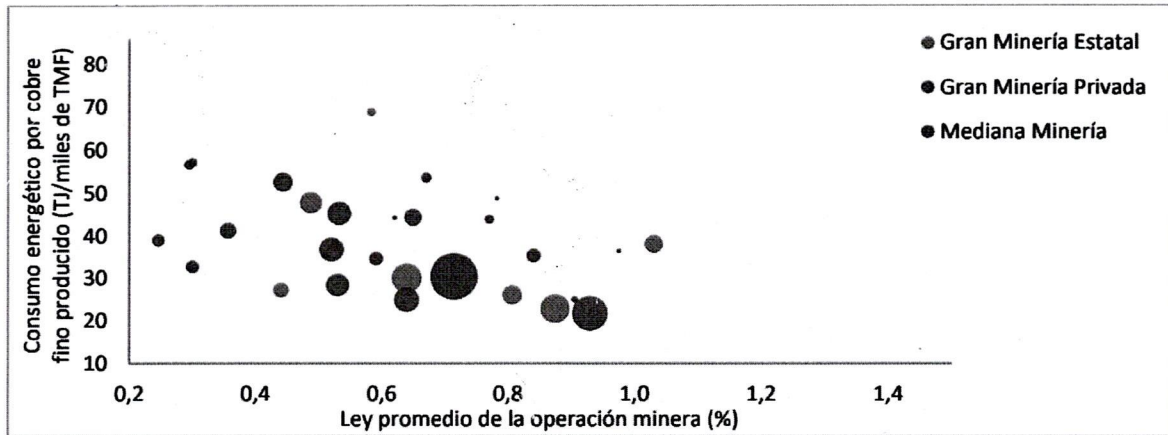
Fuente: The World Bank (2017)

La proyección de los porcentajes de la demanda ha ido variando en los últimos años debido a la actualización del alcance y escenarios considerados. Por su parte, la última proyección disponible, realizada por S&P Global (2022), estima que la demanda total de cobre se duplicará al 2050. Esta diferencia se debe a que se consideran otros usos del cobre y no solo el requerido para la transición energética. Además, el contexto global ha cambiado bastante en los últimos años y se consideran nuevos escenarios futuros para proyectar el crecimiento de la demanda del cobre.

Ley de los minerales: El consumo de energía del sector también depende de la ley de los minerales. sea medida que la ley del mineral disminuye, se requiere mayor energía para obtener una tonelada de mineral. Esto se debe a que las menores leyes obligan a aumentar el volumen de extracción, lo que incrementa el nivel de actividad. Esto implica un mayor consumo de combustibles para maquinaria y camiones de transporte, así como un incremento del consumo de electricidad debido a mayores requerimientos de agua, entre otros factores.

Un ejemplo de esta relación es el que se presenta en la **Figura 8** para la minería del cobre. Según esta figura, en 2022 las operaciones mineras con mejores leyes de explotación presentaron menores niveles de consumo de energía por producción de cobre, y viceversa.

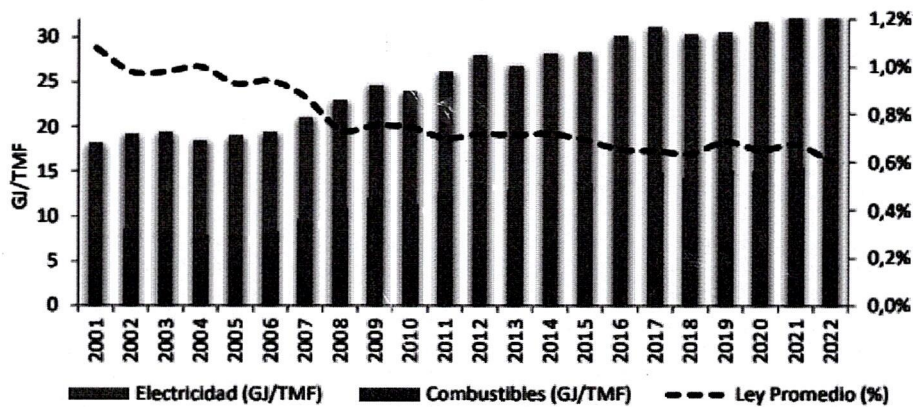
Figura 8: Consumo energético por cobre fino producido y ley promedio del mineral por operación minera, 2022



Fuente: (COCHILCO, 2023c)

Actualmente, el fenómeno de disminución de la ley del mineral es un problema estructural de la minería chilena, proviene del envejecimiento de las minas y aumento de la dureza de la roca disponible. Las empresas han tenido que aumentar los volúmenes de extracción para lograr mantener los niveles de producción, lo que resulta en mayores emisiones sectoriales. Un ejemplo de esta tendencia es el que se presenta en la **Figura 9**, donde se ilustra la relación inversa entre la evolución del consumo unitario de energía y la ley promedio anual del mineral desde el 2001 al 2022.

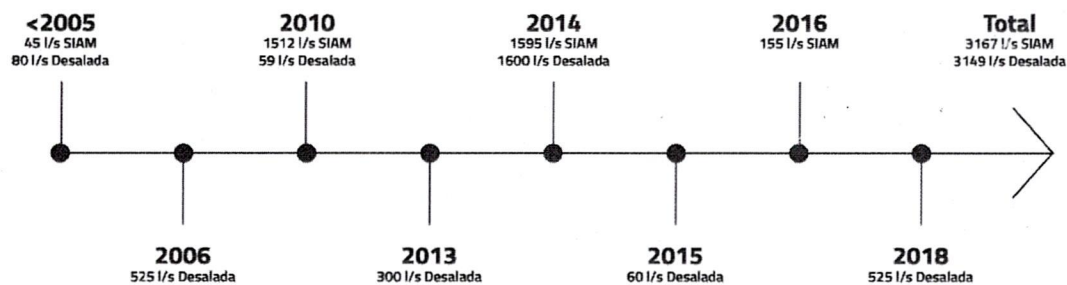
Figura 9: Evolución del consumo unitario de energía y leyes a nivel nacional, 2001-2022



Fuente: (COCHILCO, 2023c)

- **Distancia de acarreo:** Las minas, en particular aquellas de rajo abierto, han envejecido y con ello se han iniciado nuevas fases de explotación, aumentando las distancias de acarreo de material. Este problema estructural, que se proyecta en el tiempo, incrementa el requerimiento de combustibles y del nivel de actividad del sector (Fundación Chile, 2016). Sin la debida transformación sectorial a sistemas de transporte bajos en carbono, esta situación podría incrementar las emisiones sectoriales.
- **Cambios tecnológicos:** La desalinización es un proceso que ha aumentado en la minería chilena debido a la escasez hídrica que enfrentan diversos territorios y los conflictos socioambientales que derivan de los diferentes usos del agua. Su implementación incrementa el consumo de energía debido a la electricidad usada en el proceso, las grandes distancias de transporte del agua y las diferencias de altitud entre los puntos de captación y de uso.

Figura 10: Aumento de la capacidad instalada (por año y acumulada) de agua de mar para uso en minería en los últimos años



Fuente: EY & CPC (2020)
 *SIAM= Sistema de Impulsión de Agua de Mar sin Desalar.

En general, según cifras reportadas en 2023 por Minería Chilena (Mch), en la minería se proyecta un aumento en la demanda de agua y un incremento en la capacidad instalada de desalinización para los próximos años. En particular, en la minería del cobre se estima que la demanda del agua superará los 21,4 metros cúbicos por segundo, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2%. Por otro lado, se proyecta que la demanda de agua de origen continental para 2033 será de 6,15 metros cúbicos por segundo, lo cual representa una disminución del 45% respecto al consumo real de agua continental en la minería de cobre en 2021.

- **Precio internacional de los minerales metálicos y no metálicos:** El precio internacional de los minerales es volátil y varía en función de su demanda –dependiente a su vez de las dinámicas financieras internacionales y las tendencias tecnológicas– y la oferta –dependiente principalmente de las dinámicas nacionales. En general, un aumento en los precios de los minerales provoca un aumento en la producción del sector, pero no siempre es el caso. Las tendencias históricas en términos de precio y producción varían según el mineral, como demuestran los datos relación producción/precio del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) (2022). Por ello, si bien el precio puede ser un indicador de producción a corto plazo, las proyecciones del nivel de actividad y efecto en las emisiones del sector son menos directas.

Por otro lado, los principales factores que afectan la **tasa de emisión** son los siguientes:

- **Factor de emisión de GEI de la matriz de generación eléctrica nacional:** En el periodo 2008-2018, entre un 54 y 60% de las emisiones totales en la minería del cobre resultaron del consumo de electricidad de diversas actividades del sector (Cochilco, 2019). Dichas emisiones son directamente proporcionales a la intensidad de emisiones de la matriz de generación eléctrica nacional, razón por la cual es uno de los principales factores que afectan la tasa de emisión de la minería. Por ejemplo, la conexión del Sistema Interconectado Central con el Sistema Interconectado del Norte Grande, que en 2017 dio paso al Sistema Eléctrico Nacional, significó una disminución sustantiva de las emisiones sectoriales dada la disminución del factor de emisión de la red. Por su parte, las proyecciones estiman que el aumento de la participación de las energías renovables disminuirá sustantivamente el factor de emisión de la matriz en los próximos años. Así, también se proyecta que las emisiones por unidad de volumen de mineral extraído disminuyan.
- **Nivel de electrificación de los procesos mineros:** El nivel de electrificación de los procesos mineros, como el uso de camiones eléctricos para el transporte de material y personas, afecta la tasa de emisión del sector, dado que, de acuerdo con la configuración de la matriz de generación eléctrica actual, el uso de electricidad resulta en menores emisiones que el uso de energéticos, como el diésel o carbón. El efecto del nivel de electrificación en las emisiones sectoriales será mayor en la medida en que el factor de emisiones de la matriz disminuya.

3.1.4. Otras políticas con impacto en la implementación de medidas de mitigación sectorial

Existen instrumentos que establecen medidas en materia de mitigación, adaptación e integración que han sido asignadas al Ministerio de Minería –o alguna de sus instituciones asociadas– con un papel de líder o involucrado. La **Tabla 3** presenta un resumen de estas medidas y el tipo de responsabilidad asignada al Ministerio (o su representante regional). Cabe destacar que la ECLP asigna dos tipos de responsabilidad frente a la implementación: líder o involucrado. Adicionalmente, en el grado de involucrado establece niveles de involucramiento que van desde el 1 al 4, siendo el 1 el nivel más bajo.

Tabla 3: Metas con algún grado de responsabilidad asignada al Ministerio de Minería.

Instrumento	Medida	Rol
Estrategia Climática de Largo Plazo	Sistemas de gestión de energía (nivel 2)	Involucrado nivel 2
	Estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS) para motores de hasta 100 HP	Involucrado nivel 2
	Electrificación motriz - resto minería (nivel 3)	Involucrado nivel 3
	Electrificación motriz - minería cobre (nivel 3)	Involucrado nivel 3
	Usos motrices en industria y minería - Hidrógeno (nivel 2)	Involucrado nivel 2
	Sistema Solar Térmico (SST) industria y minería (nivel 2)	Involucrado nivel 2
	Bombas geotérmicas de calor (nivel 1)	Involucrado nivel 1
	Calefacción distrital (nivel 1)	Involucrado nivel 1
	Electrificación térmica (nivel 2)	Involucrado nivel 2
Plan de Acción Nacional de Cambio Climático	AME1: Medida Habilitante para reducir el consumo de energía – implementación de herramientas de gestión energética	Corresponsable
	AME14: Medida Habilitante para reducir el consumo de energía – generación de capital humano necesario para el desarrollo del mercado ESCO	Colaborador
	M19: Analizar la línea de base sobre gasto e inversiones en tecnología	Corresponsable
	M10: Identificar necesidades y establecer prioridades tecnológicas para el cambio climático	Corresponsable
	M128: Definir la posición nacional de Chile respecto de la CMNUCC y otras instancias internacionales (IPCC, OCDE, etc.) en materia de cambio climático	Corresponsable
Plan de Acción Regional de O'Higgins	M-M2: Implementación de medidas de eficiencia energética en procesos	Corresponsable
	M-M1: Equipos mineros cero emisiones	Corresponsable
	A-M2: Asegurar abastecimiento, disponibilidad y gestión eficiente del recurso hídrico	Responsable
	A-M1: Resiliencia ante eventos hidrometeorológico e incendios forestales	Responsable
	A-M3: Promoción de sinergias con partes interesadas para mejorar gestión integrada de las operaciones minera	Responsable
Plan de Acción Regional de Atacama	M-M2: Implementación de medidas de eficiencia energética en procesos de la minería	Asociado
	M-M1: Equipos mineros cero emisiones	Responsable
	M-M3: Promover el uso de energías renovables en la industria minera	Asociado
	A-M2: Adaptación al cambio climático en el diseño y operación de faenas mineras	Corresponsable
	A-M1: Identificación de infraestructura crítica del sector minero que debe adaptarse ante efectos del cambio climático	Corresponsable
Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero Sector Energía	Paquete de medidas "Eficiencia Energética (EE) en la Industria y Minería" que tiene por objetivo buscar fomentar mejoras en EE en el sector industrial y minero	Relevante (participar del desarrollo de la normativa asociada a EE)
	Paquetes de medidas "Incrementar el Uso de tecnologías de bajas emisiones" y "Apoyo a la implementación de tecnologías bajas en carbono"	Relevante (participar de la definición de los apoyos financieros necesarios)
Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático	M5: Generar programas de protección del territorio frente a lluvias intensas	Colaborador (SERNAGEOMIN)
Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	Ficha N°31: Conservación de humedales de turberas	Colaboradores
	Ficha N°35: Caudal ecológico	Colaboradores
Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades	Medida 1: Perfeccionar la identificación del riesgo en las distintas escalas de planificación territorial	Colaboradores (SERNAGEOMIN)

Fuente: Elaboración propia

Otros instrumentos reconocen al Ministerio de Minería como actor clave en la implementación de estrategias y líneas de acción. Por ejemplo, la Política Energética de Chile (Ministerio de Energía, s.f.b) establece como lineamientos el "formular un mercado robusto de consultores y empresas de servicios energéticos" (Lineamiento

28, p. 115) e "implementar progresivamente herramientas de gestión energética validadas por entidades competentes" (Lineamiento 29, p. 116) y describe como actor al Ministerio de Minería.

3.2. Evaluación de impactos y vulnerabilidad de riesgos

3.2.1. Vulnerabilidad e impactos en las operaciones mineras

a) Impactos vinculados al uso de recurso hídrico

El agua es un insumo esencial para la operación minera, presente en todas las etapas del proceso, desde la exploración hasta el procesamiento de minerales. La escasez de agua, intensificada por el cambio climático, representa un riesgo significativo para la sostenibilidad y rentabilidad de la industria minera. Los impactos potenciales incluyen la paralización de operaciones y la disminución de la productividad si el agua se convierte en un recurso limitante.

Aunque se espera una mejora en la eficiencia de los procesos mineros, se proyecta que la demanda total de agua aumente o al menos se mantenga constante en el futuro, debido al crecimiento anticipado en la demanda de minerales. Según el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, aproximadamente un cuarto del déficit de precipitación durante la megasequía⁵ es atribuible al cambio climático antrópico (CR2, 2015). En un futuro cercano, esta condición continuará, lo que resultará en una mayor incidencia de sequías, como la que estamos experimentando actualmente, y en un aumento en la aridificación⁶ de las regiones central y sur de Chile.

Por lo tanto, es crucial considerar los posibles efectos futuros de la escasez de agua en el sector minero en Chile, aunque estos aún no estén completamente definidos en términos de su alcance y magnitud.

Existen riesgos secundarios a tener en cuenta, como la competencia por el uso del agua, intensificada por la escasez hídrica, y la dependencia del recurso hidroeléctrico. En primer lugar, la competencia por el recurso hídrico con otros usuarios surge debido a la escasa disponibilidad de agua y la necesidad de este recurso para distintos fines. Las posibles consecuencias incluyen conflictos con comunidades locales, daños a la reputación y sanciones por parte de las autoridades. Además, esta situación afecta de manera diferencial tanto a las actividades productivas, así como a la calidad de vida y el bienestar de las familias. En segundo lugar, la dependencia del agua para la generación hidroeléctrica puede generar una disminución considerable en la producción minera si se enfrenta una escasez de agua.

b) Impactos vinculados a temperaturas extremas

Las altas temperaturas generadas por las olas de calor pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana, causando diversos problemas como daño en la piel, fatiga, deshidratación, mareos, confusión mental, calambres musculares y, en casos extremos, incluso la muerte (Mason, L et al., 2013).

De acuerdo con los diferentes escenarios climáticos RCP 8.5⁷ evaluados para la variable de olas de calor (mayores a 25°C, 28°C y 30°C), en Chile existirá un aumento en la probabilidad de ocurrencia de estos episodios en todo el territorio (Pica, et al., 2020). La Dirección Meteorológica de Chile (DMC) menciona que existe una tendencia lineal del índice de cambio climático para la variable "ola de calor", representado por el número de olas de calor por temporada, definida como tres días consecutivos o más con temperaturas máximas sobre el percentil 90. Se ha observado un aumento en este índice en algunas estaciones, que varía desde 0,1 hasta 1,6 (DMC, 2024).

En el ámbito minero, donde el control de la maquinaria de gran envergadura depende en gran medida de la intervención humana, las olas de calor plantean un desafío significativo en términos de seguridad. Estas condiciones pueden llevar a la paralización de las operaciones para evitar golpes de calor en los trabajadores y trabajadoras, así como a una disminución de la productividad al ralentizar las operaciones para garantizar la seguridad en el lugar de trabajo, lo que conlleva a pérdidas de ingresos. Por otro lado, los y las trabajadoras mineras que cumplen funciones en las etapas de exploración, detonación y transporte en regiones desérticas están expuestas a altas temperaturas y largas jornadas laborales, lo que agrava el riesgo de efectos adversos por el calor (Heal y Park, 2016).

Por otro lado, el aumento de temperaturas puede ocasionar problemas en la transmisión y componentes eléctricos, lo que puede llevar a la paralización de las operaciones o a una disminución de la productividad debido a

⁵ Déficit de precipitaciones cercano al 30% que ha experimentado Chile desde el año 2010 entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía

⁶ Proceso a largo plazo en el que una región se vuelve cada vez más árida

⁷ Escenario de alta concentración de GEI en que las emisiones continúan aumentando durante todo el siglo XXI (IPCC)

interrupciones eléctricas; lo que no solo provoca pérdida de ingresos, sino también gastos adicionales por el posible recambio de componentes, mantenimiento y reparaciones (Bartos *et al.*, 2016).

3.2.2. Vulnerabilidad e impactos en la infraestructura minera

a) Impactos vinculados a las precipitaciones extremas

Una de las principales amenazas en la industria minera es la precipitación intensa, que puede causar eventos extremos como inundaciones, remociones en masa y desborde de ríos, entre otros. Estos eventos afectan la infraestructura y otros activos de la minería, resultando en inundaciones en las vías de acceso y aluviones que ocasionan cortes de camino. Las consecuencias incluyen un aumento en los costos laborales y de reparación, reprogramaciones y pérdidas de ingresos debido a la interrupción de la producción, siendo este el riesgo más significativo. Estos impactos potenciales pueden aumentar los costos laborales, los gastos relacionados con reparaciones y reprogramaciones, así como las pérdidas de ingresos por la falta de producción (Mason *et al.*, 2013).

La consecuencia primordial de este riesgo es la suspensión de las operaciones, la cual puede ser implementada con el objetivo de resguardar la seguridad de los y las trabajadoras o prevenir daños a los activos y la infraestructura. Un efecto adicional se relaciona con las inundaciones en las vías de transporte, generando perturbaciones en la cadena logística de la industria.

Estos eventos ya han causado afectaciones en los últimos años. Según lo reportado por el banco BBVA y el Observatorio Económico de Chile en marzo de 2015, Codelco sufrió daños en diferentes plantas de su operación debido a los temporales que afectaron el norte del país (BBVA Research, 2015). Según esta información, entre las sedes afectadas, la división El Salvador de Codelco fue la más perjudicada, con una disminución en la producción de 6.500 toneladas y un periodo de 30 días para reparar los daños y volver a la normalidad. Además, las operaciones en Chuquicamata y Radomiro Tomic fueron cerradas temporalmente.

Otro evento similar sucedió con proyectos de la compañía Lundin Mining Corporation, que reportó la suspensión temporal de las operaciones de extracción y tratamiento en sus minas Candelaria y Ojos del Salado en la Región de Atacama, debido al frente de mal tiempo (BBVA Research, 2015). A inicios de 2019, intensas lluvias afectaron las minas de Chuquicamata y en Radomiro Tomic, obligando a un cierre temporal de la operación y resultando en pérdidas millonarias. Más recientemente, en junio de 2023, Codelco detuvo preventivamente sus operaciones de rajo abierto en la mina El Teniente y Andina debido a las precipitaciones extremas. Estos ejemplos demuestran el impacto significativo de las precipitaciones intensas en la industria minera.

Por otro lado, el aumento de precipitaciones también genera riesgos en la estabilidad de los depósitos o sistemas de conducción de relaves, lo que puede incrementar los gastos de monitoreo y disminuir la productividad debido a la paralización de las operaciones por filtraciones o colapsos, resultando en pérdida de ingresos. Además, puede generar la dilución del producto en lagunas concentradoras, lo que aumenta los gastos para la evaporación del exceso de líquido.

La inestabilidad física puede ocurrir cuando el volumen de agua acumulado en la contención del relave excede los rangos para los cuales fue diseñada la estructura, generando un peligro de rebalse, rotura o filtración. Por otro lado, la estabilidad química se asegura previniendo, evitando o eliminando la reacción química que causa acidez. Para lograr esto, se debe evitar el contacto del agua con los residuos generadores de ácidos presentes en los relaves y garantizar que los relaves no liberen elementos o compuestos químicos al ecosistema circundante, ni por transporte aéreo ni por disolución hacia aguas subterráneas o superficiales.

Los impactos asociados a la inestabilidad física o inestabilidad química incluyen el aumento de gastos en mantenimiento o modificaciones de las estructuras contenedoras, la contaminación en aguas y tierras cercanas por rebalse de relave, la afectación de la flora y la fauna y el riesgo para la salud humana.

Por otro lado, de acuerdo al subíndice de Cambio Climático y Recursos Naturales (CCRN)⁸ desarrollado por SENAPRED, basado en las respuestas ponderadas de una encuesta comunal sobre los factores subyacentes del riesgo climático a nivel de comunas, se observa que 21 comunas mineras presentan un índice alto, 14 un índice moderado, 7 un índice bajo y 1 un índice mínimo. La presencia de un gran número de comunas mineras con

⁸ Disponible en [Geoportal SENAPRED](#)

Índices altos y moderados sugiere la necesidad de implementar medidas adaptativas específicas que aborden las consecuencias ambientales en un contexto de cambio climático en constante evolución.

Tabla 4. Índice por comuna minera de Chile

Índice	Descripción	Comunas mineras
Alto	La comuna presenta un estado muy deficiente en el ámbito de CCRN	Antofagasta, Tocopilla, Chañaral, Freirina, Tierra Amarilla, Vallenar, La Serena, La Higuera, Illapel, Canela, Salamanca, Combarbalá, Punitaqui, Puchuncaví, Los Andes, Calle Larga, Cabildo, Nogales, Catemu, Litueche, Andacollo
Moderado	La comuna presenta un estado deficiente en el ámbito de CCRN	Pozo Almonte, Sierra Gorda, Taltal, Calama, Ollague, San Pedro de Atacama, María Elena, Caldera, Diego de Almagro, Huasco, Coquimbo, Los Vilos, Petorca, Doñihue
Bajo	La comuna presenta un estado bueno en el ámbito de CCRN	Pica, Mejillones, Copiapó, Rancagua, Coltauca, Machalí, Requínoa
Mínimo	La comuna presenta un estado muy bueno en el ámbito de CCRN	Iquique

Fuente: Elaboración propia en base a Geoportal de SENAPRED

b) Impactos vinculados a las marejadas

Las marejadas afectan diversas actividades marítimas durante varios días, como la transferencia de carga y la navegación, debido al cierre de puertos. Esto impacta las operaciones de transporte del material minero hacia su destino final. Los efectos incluyen un aumento en los gastos de logística para desviar la carga a otro puerto, el sobrestock de producto que espera ser embarcado, lo que puede resultar en pérdida de ingresos, y el aumento de costos para mantener reservas de insumos importados (Pica, et al., 2020). Un claro ejemplo de esto ocurrió en 2018, cuando recurrentes episodios de marejadas obligaron al cierre temporal del puerto de Patache, afectando las operaciones de las minas de Collahuasi, y del puerto de Chañaral, utilizado por la mina Salvador, operada por Codelco.

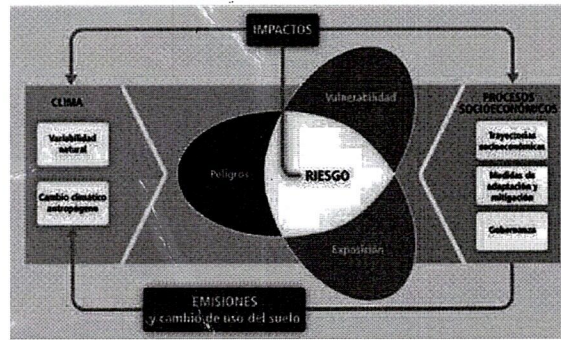
De acuerdo con el reporte N°12 de la Cámara Marítima y Portuaria de Chile (2021), "la actividad marítima en Chile está siendo afectada por fenómenos meteorológicos y oceanográficos extremos, que, con la evidencia de registros históricos y recientes, muestran el aumento de eventos de marejadas, que limitan las operaciones de recalada, permanencia y zarpe de naves en los puertos nacionales". Esto genera un aumento significativo en el número de días en el que los puertos están cerrados, resultando en pérdidas económicas multimillonarias para diversos sectores y encareciendo las materias primas, lo cual afecta al sector minero.

Por otro lado, este evento también impacta la operación de plantas desaladoras, lo que puede ocasionar la paralización de operaciones por falta de recurso hídrico y el aumento en los gastos ido a la mantención y reparación de dichas plantas (Pica, et al., 2020).

3.2.3. Riesgos climáticos en la minería

De acuerdo con la definición propuesta por el IPCC en su Quinto Informe de Evaluación (AR5), el riesgo se define como la posibilidad de experimentar consecuencias adversas en sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad de valores y objetivos presentes en dichos sistemas. En el contexto del cambio climático, los riesgos pueden surgir tanto de las variaciones climáticas como de las respuestas humanas a dicho cambio (IPCC, 2020), y es resultante de la interacción entre la vulnerabilidad, la exposición y la amenaza, cuyos conceptos se detallan a continuación.

Figura 11: Componente del riesgo climático



Componente del riesgo climático

Fuente: IPCC - AR5 (2014).

- **Amenaza:** "Posibilidad de que ocurra un evento físico, ya sea de origen natural o humano, o un impacto físico que pueda resultar en pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud humana y la biodiversidad, así como en propiedades, infraestructura, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales" (IPCC, 2017, p. 12). Ejemplos de amenazas incluyen el aumento del nivel del mar o el incremento de la temperatura promedio.
- **Exposición:** "Presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en áreas que podrían ser afectadas negativamente" (IPCC, 2018, p. 7). Un ejemplo sería la proximidad de una población a una zona bajo amenaza (exposición al riesgo físico).
- **Vulnerabilidad al cambio climático:** "propensión o predisposición a ser afectado negativamente por los efectos adversos del cambio climático. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación de los ecosistemas, comunidades, territorios o sectores" (Ley Marco de Cambio Climático, 2022, p. 4).

Además, los riesgos climáticos tienen efectos diferenciales según el entorno de las actividades mineras, es decir, tanto de las actividades productivas como de las comunidades aledañas. Estas diferencias influyen en la capacidad de adaptación del sector minero.

Hasta el momento, en Chile se han evaluado tres riesgos climáticos en el sector minero mediante la cuantificación de cadenas de impacto. A continuación, se detallan las variables empleadas para la evaluación de los riesgos en este sector y los principales resultados obtenidos.

a) Sequías en faenas mineras

Esta cadena de impacto, publicada por el MMA en la plataforma ARClím, muestra el riesgo climático en faenas mineras a lo largo del territorio nacional por condiciones de baja pluviometría. La disminución en la disponibilidad de agua para las operaciones mineras implica impactos negativos en la productividad, considerando el uso exhaustivo que se hace de este recurso durante todo el proceso de transformación de los minerales.

Para evaluar el riesgo de sequía en las operaciones mineras, el grupo de minería de ARClím ha utilizado la disminución de las precipitaciones como indicador de amenaza. Este análisis se ha realizado para el período futuro comprendido entre 2035 y 2065 y considerando el período de referencia 1980 a 2010, bajo el escenario RCP 8.5. Se observa que la zona centro-sur del país experimentará una reducción significativa en las precipitaciones, por lo que las faenas ubicadas en esta zona presentan un mayor factor de amenaza.

En cuanto al factor de exposición se consideró el indicador de número de faenas por unidad área (5x5 km²) de este modo, las comunas con un mayor nivel de exposición fueron aquellas con mayor concentración de faenas por unidad área, destacándose Iquique, Pozo Almonte, Calama, Sierra Gorda, Antofagasta, Taltal, Chañaral, Diego de Almagro, Copiapó, Tierra Amarilla y Vallenar.

Con respecto al factor de sensibilidad, fueron considerados dos indicadores: i) no-preparación o falta de adecuación de la infraestructura (variaciones históricas), y ii) viabilidad de contar con una fuente de agua alternativa, siendo las comunas cordilleranas de la zona centro-sur las caificadas con mayores niveles de sensibilidad.

Para la capacidad adaptativa se consideró el indicador de porcentaje de consumo de agua proveniente del mar respecto de la extracción total. En este caso, las comunas de María Elena y Sierra Gorda fueron las que obtuvieron un mayor nivel de capacidad adaptativa puesto que hacen uso de una fuente alternativa de agua para el uso minero.

A partir de la cuantificación de cada componente de la cadena de impacto, se identificó que las faenas con mayor nivel de riesgo frente a sequías están en las comunas de Salamanca de la región de Coquimbo, San Esteban y Los Andes de la región de Valparaíso y Colbún de la región del Maule (ver Figura 26). Su alto nivel de riesgo se debe principalmente a que cuentan con niveles significativos de amenaza, así como una alta sensibilidad.

Figura 12. Mapa de riesgo por sequía en faenas mineras



Fuente: ARClim

b) Disminución en la productividad minera por déficit hídrico

Esta cadena de impacto evalúa la variación de ingresos económicos por las interrupciones operativas y/o la disminución en la capacidad de producción por la disminución de precipitaciones y la disponibilidad hídrica a nivel subcuenca. Además, representa la variación potencial de costos de producción por el reemplazo de fuentes de agua continentales por agua de mar.

Para el factor de amenaza, se consideró el indicador de frecuencia de sequías publicado en la plataforma ARClim, el cual representa el aumento en el periodo futuro (2035-2065) en la frecuencia de periodos en que la precipitación acumulada es menor al 75% del promedio de la precipitación acumulada en el periodo de referencia (1980 a 2010). En este caso, se identificó que las subcuencas con los niveles de amenaza más altos se extienden desde la región de O'Higgins hasta la región de Aysén. De este modo, aquellas faenas mineras ubicadas en esta zona son las que presentan un mayor nivel de amenaza frente al incremento de sequías.

En cuanto al factor de exposición, se consideró el indicador normalizado del número de faenas mineras activas por unidad de área. En este caso, el área correspondía a las distintas subcuencas del territorio chileno. A partir de ello, se identificó que las faenas ubicadas en las subcuencas Loa Medio (entre el río Salado y la quebrada de Barrera) y Quebrada Caracoles Bajo junto con Quebrada el Buitre, en la región de Antofagasta, son las de mayor nivel de exposición a nivel nacional.

En cuanto a la sensibilidad, esta fue evaluada a partir de la consideración de seis indicadores: (i) la ocurrencia de decretos de escasez, (ii) el otorgamiento de derechos de aguas, (iii) el estrés hídrico basal, (iv) la huella hídrica, (v) el Agua Potable Rural (APR) sin derechos de agua y (vi) la competencia por el agua o demandas relativas. Tras la cuantificación de estos indicadores, se identificó que las faenas mineras con mayor nivel de sensibilidad se encuentran ubicadas en las subcuencas del Aconcagua medio y Aconcagua bajo en la región de Valparaíso, Mapocho bajo y río Maipo bajo en la región Metropolitana y río Cachapoal Alto y Cachapoal Bajo en la región de O'Higgins.

Como resultado de la evaluación de los componentes de la cadena, se identificó que las faenas mineras ubicadas en las subcuencas Loa Medio y Quebrada Caracoles bajo de la región de Antofagasta, serán las de mayor riesgo por disminución en la productividad por cuenta del déficit hídrico proyectado. Las subcuencas mencionadas obtuvieron un nivel de riesgo intermedio siendo el nivel más alto identificado para la cadena de impacto analizada.

Figura 13. Mapa de riesgo futuro por disminución en la productividad minera como resultado del déficit hídrico



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, (2021).

c) Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros

Esta cadena de impacto evalúa el riesgo vinculado al impacto de la alta pluviometría en relaves mineros. Este riesgo considera que en un escenario futuro de alta pluviometría los depósitos de relave son susceptibles a fallas de sus estructuras y, por ende, la contaminación de fuentes de agua circundantes.

Para el factor de amenaza, se consideró la variación de la precipitación máxima diaria, indicador publicado en la plataforma ARClím, el cual representa el aumento de las lluvias torrenciales para el periodo futuro (2035-2065) considerando como periodo de referencia de 1980 a 2010, bajo un escenario futuro de emisiones RCP 8.5. En este caso, se identificó que los relaves con mayor nivel de amenaza por incremento de precipitaciones diarias se encuentran ubicados en las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Metropolitana.

Con respecto al factor de exposición, fueron consideradas las toneladas autorizadas por Sernageomin para cada depósito de relaves. En base a ello, se

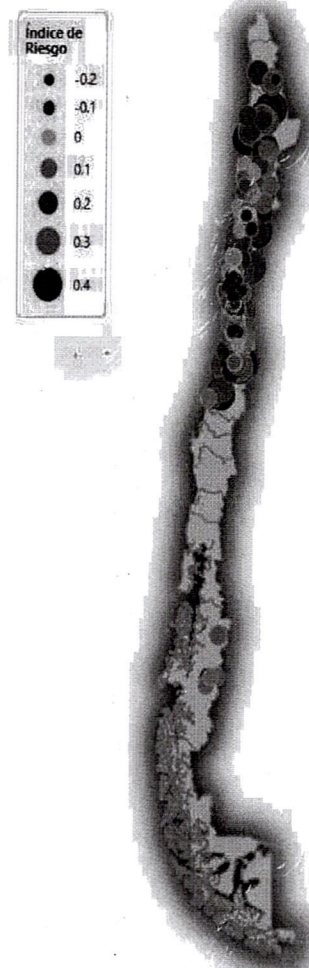
observa que los relaves con mayor nivel de exposición se concentran en las regiones de Antofagasta y Atacama.

En cuanto a la sensibilidad, fue evaluada a partir de dos indicadores. El primero hace referencia al tipo de relave, siendo calificados como muy sensibles aquellos del tipo DREIM, embalses, pretilos de relave y tranques de relave; y como medianamente sensibles aquellos relaves de tipo espesado, en pasta y filtrado. El segundo indicador consideró la pendiente del relave obtenida mediante un modelo de elevación digital. A partir de la consideración de estos factores se identificó que los relaves mineros más sensibles se concentran en las regiones de Atacama y Coquimbo.

Para el factor de capacidad adaptativa se consideró el estado de los relaves (activo, inactivo, abandonado). Los relaves activos e inactivos cuentan con un responsable, lo que implícitamente asegura su monitoreo y gestión, mientras que los abandonados no cuentan con este control, dificultando su monitoreo. Para este componente, se identificó que la mayor cantidad de relaves abandonados, y por tanto con menor capacidad adaptativa, se encuentran concentrados en las regiones de Coquimbo y Valparaíso.

Como resultado de la evaluación de los componentes de esta cadena de impacto, se identificó que los relaves mineros con mayor nivel de riesgo frente al incremento de la pluviometría se encuentran entre las regiones de Atacama y Valparaíso.

Figura 14. Mapa de riesgo de impacto de la alta pluviometría en relaves mineros



Fuente: ARCIim

3.3. Presentación del sector

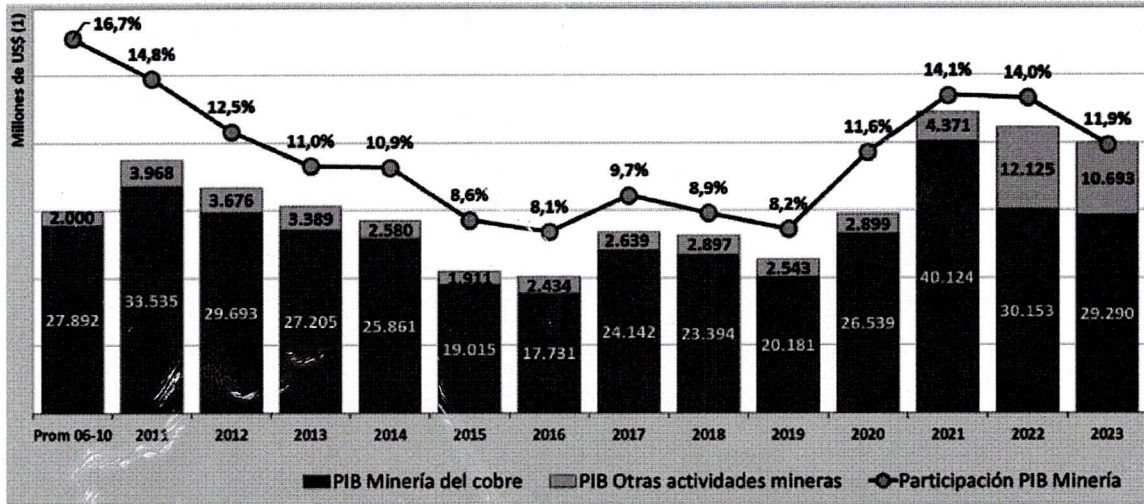
3.3.1. Caracterización general

La minería abarca una amplia gama de procesos y actores, focalizados principalmente en la exploración y extracción de minerales de depósitos metalíferos formados por eventos geológicos durante millones de años. La experiencia humana y los avances tecnológicos han mejorado significativamente la eficiencia en la explotación de los recursos mineros⁹, generando materia prima esencial para el desarrollo y la mejora de la calidad de vida. En el contexto específico de Chile, la minería destaca como la principal actividad económica del país y lo posiciona como uno de los mayores productores de cobre a nivel mundial.

El sector minero tiene un rol fundamental en la economía chilena. Como se observa en la **Figura 15**, su participación en el PIB nacional ha variado entre un 8,1% y un 14,6% en la última década. Por otra parte, a escala regional, en la **Figura 16** se aprecia que la Región de Antofagasta tiene la participación más alta, con un 74,5%.

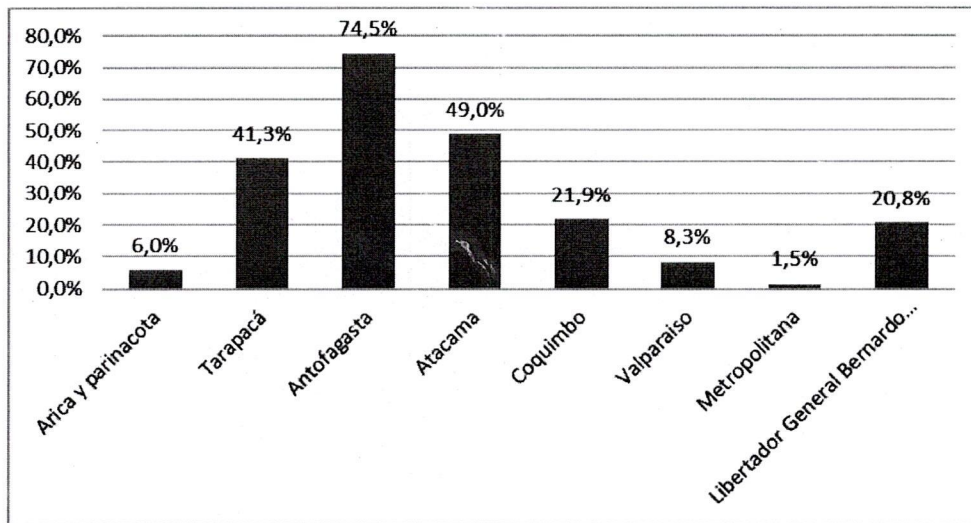
⁹ Se define como recurso minero a una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico u orgánico fosilizado terrestre de tal forma, cantidad, y calidad que existe una razonable apreciación acerca de su potencial técnico-económico. La localización, tonelajes, contenidos, características geológicas y el grado de continuidad de la mineralización es estimada, conocida, o interpretada a partir de específicas evidencias geológicas, metalúrgicas y tecnológicas.

Figura 15. Participación del sector minería en el PIB nacional.



Fuente: Consejo Minero (2024a)

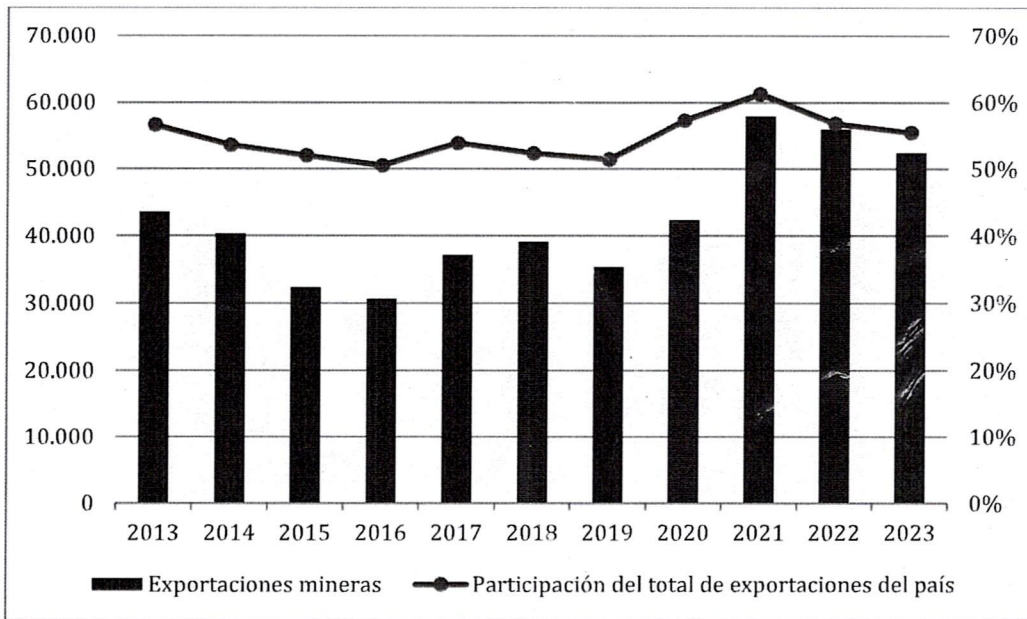
Figura 16. Aporte de la minería al PIB de cada región durante el 2022



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por Cochilco

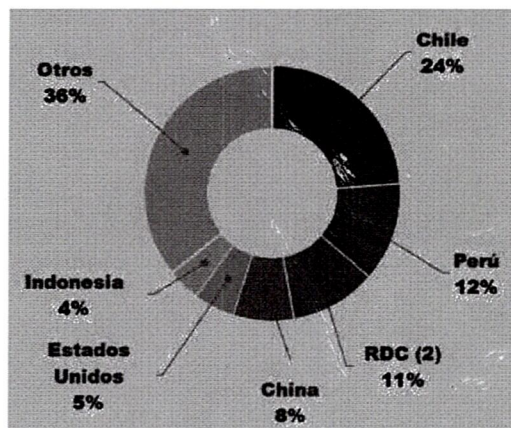
Su rol en la economía también se evidencia en la importante participación del sector en las exportaciones del país. Desde 2013, la exportación de bienes minerales ha superado el 50% de la exportación nacional (**Figura 17**). Chile es el primer productor mundial de cobre, con una participación del 24%, seguido por Perú con 12% y por la República Democrática del Congo (RDC) con un 11%. Además, es considerado el país con la mayor cantidad de reservas de cobre y litio del mundo, con un 24% y 36%, respectivamente, valores que se han encontrado en aumento debido al ascenso de las exploraciones e información minera (COCHILCO, 2018).

Figura 17. Exportación mundial de Cobre



Fuente: (Banco Central, 2024)

Figura 18. Producción mina de cobre.

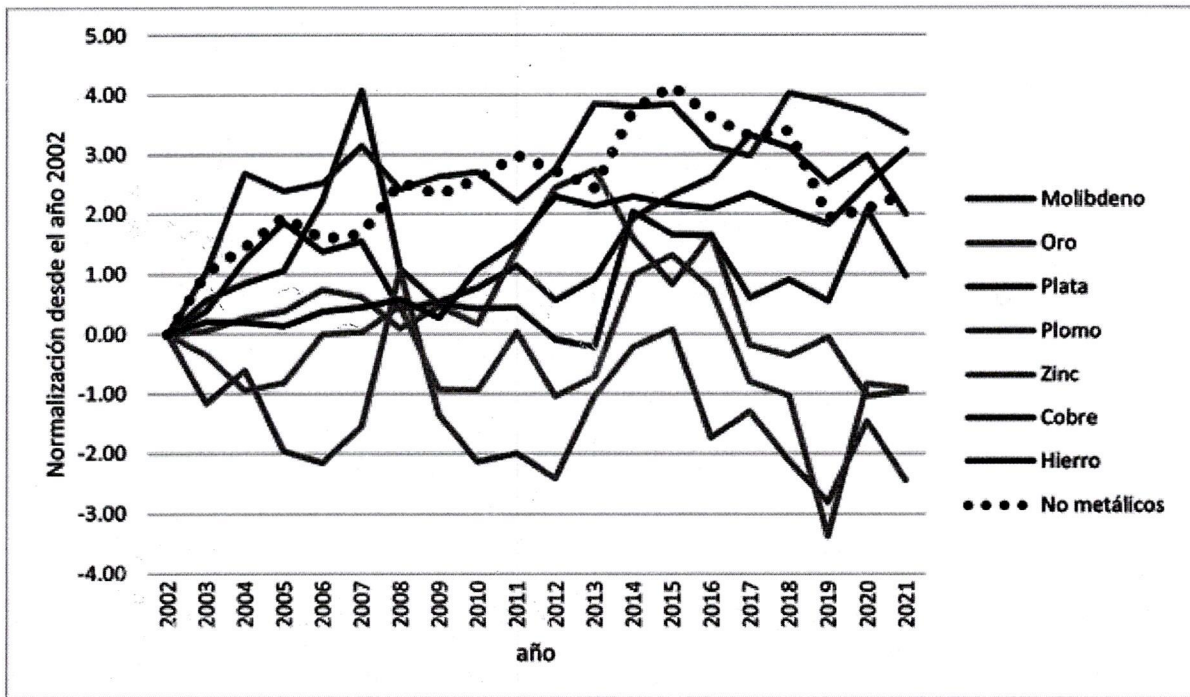


Fuente: Consejo Minero (2024a)

3.3.2. Nivel de actividad

Como se observa en la **Figura 19**, el nivel de producción de la minería metálica ha sido variable entre 2002 y 2021, con cambios interanuales más pronunciados en algunos minerales como el zinc, la plata y el plomo. Otros minerales, como el cobre y el hierro, presentan tendencias de producción más estables. Los factores que afectan estos niveles de actividad pueden ser múltiples. Por ejemplo, cambios en la demanda mundial asociados a dinámicas financieras internacionales o situaciones puntuales en países importadores de materia prima chilena, así como cambios en la oferta debido a problemas o incentivos locales.

Figura 19. Producción de minerales metálicos y no metálicos 2002-2021



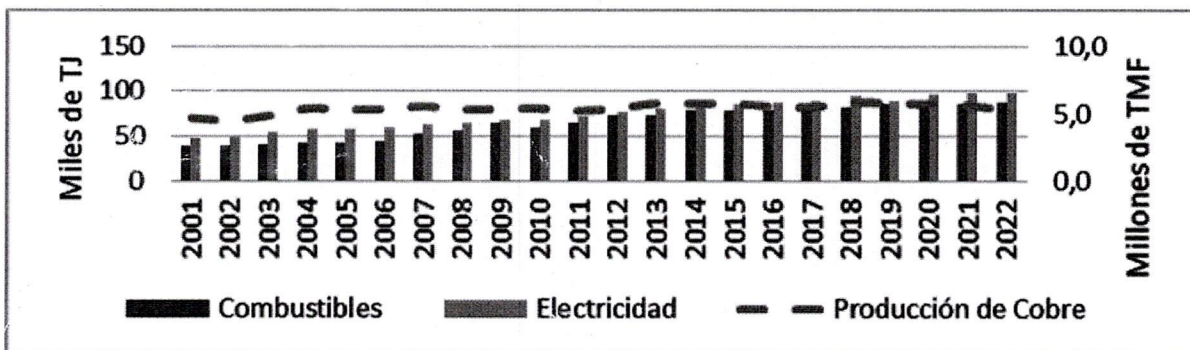
Fuente: Elaboración propia en base a SERNAGEOMIN (2022)

3.3.3. Uso de recursos

Los principales recursos utilizados por la actividad directa de la minería corresponden a energía y agua. El sector tiene el tercer mayor consumo de energía en el país, siendo solo superado por transporte en la industria minera. De acuerdo con cifras del Ministerio de Energía, el sector minería consumió el equivalente a 185.208 TeraJoules (TJ) de energía, lo que representa el 7,5% del total nacional (Cochilco, 2021).

Dado que el mayor porcentaje de la energía consumida proviene de la minería del cobre, resulta de interés analizar la proporción del uso de electricidad y combustible en la industria del cobre, tanto a nivel general como por proceso. La **Figura 20** muestra cómo, históricamente, el consumo de electricidad ha sido levemente mayor que el de combustible y que ambos han ido aumentando en el tiempo.

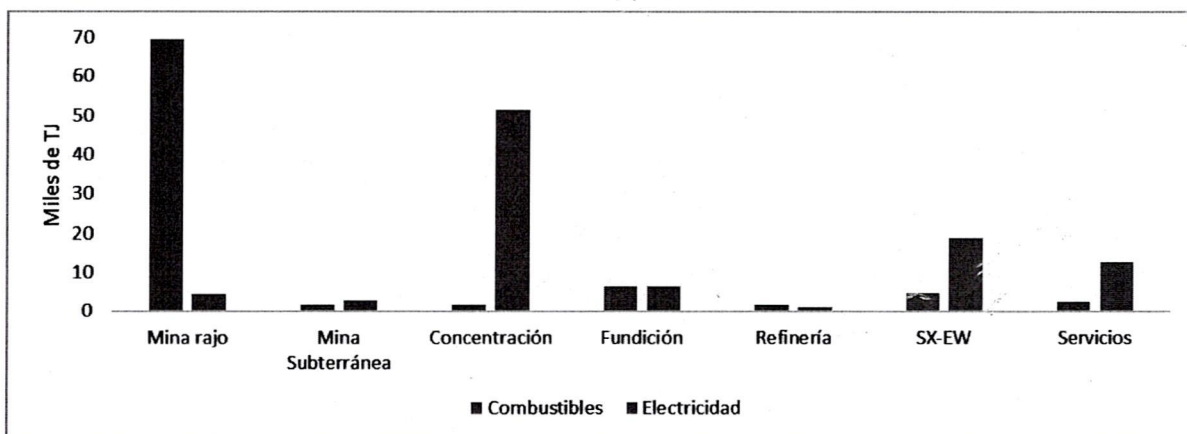
Figura 20. Consumo energético histórico de la minería del cobre



Fuente: (COCHILCO, 2023c)

Además, a partir de la **Figura 21** se observa claramente que el segmento que presenta el mayor consumo de combustible corresponde a las minas a rajo abierto, atribuible al empleo de camiones CAEX y maquinaria pesada. En contraste, se destaca que la demanda más significativa de electricidad se registra en los procesos de fundición y concentración de cobre.

Figura 21. Consumo de electricidad y combustible por actividad en la minería del cobre al 2022.



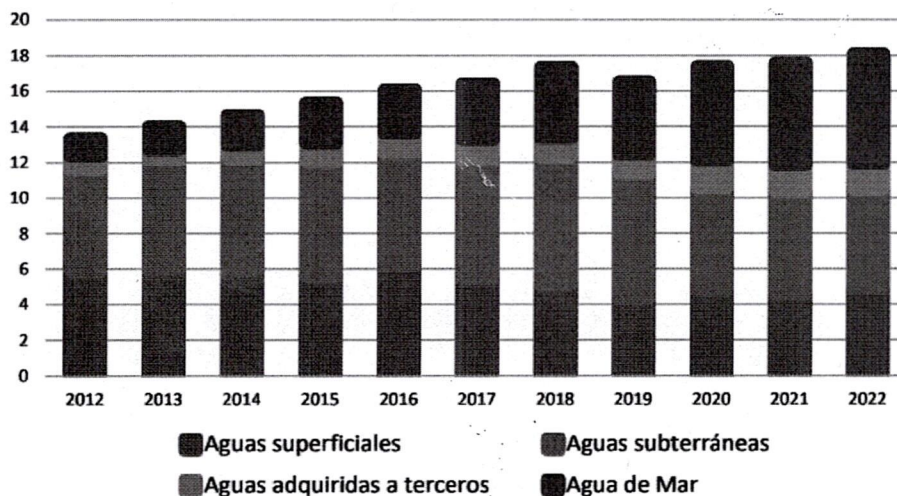
Fuente: (COCHILCO, 2023c)

Otro recurso crítico para la minería es el agua. Esta se utiliza en distintos procesos, por ejemplo, como medio de reacción para la lixiviación, flotación y el principal insumo en los procesos de concentración (COCHILCO, 2020a). El agua que se utiliza en la minería proviene de fuentes continentales superficiales, fuentes continentales subterráneas y del mar.

Como se observa en la **Figura 22**, el volumen de agua de mar utilizado en los procesos mineros ha aumentado en los últimos años, mientras que la cantidad de agua subterránea y superficial ha disminuido. Esto se debe a la implementación de una política sectorial que busca reducir el consumo de agua superficial en la industria, disminuyendo así la vulnerabilidad ante los riesgos climáticos relacionados con la disponibilidad del recurso hídrico.

Las fuentes de agua utilizadas por la industria minera alcanzaron los 69,41 m³/seg en 2022. De este total, el 73,97% (51,34 m³/seg) corresponde a aguas recuperadas, ya sea recirculadas, reutilizadas o recicladas. El uso de agua continental asciende a un 17,2%, mientras que el agua de mar constituye un 8,9% (COCHILCO, 2023a). Esto demuestra que la reutilización de agua es la principal fuente de suministro para las operaciones mineras.

Figura 22. Tendencia de las extracciones de agua (m³/s) por fuente de abastecimiento en la minería del cobre 2012-2022



Fuente: (COCHILCO, 2023a)

3.3.4. Actores importantes en la industria minera

Según el grado de participación de distintas entidades, tanto del sector privado como público involucrados, en la red de procesos del negocio minero, es posible agruparlas en seis grupos (**Figura 23**): empresas mineras y gremios, empresas proveedoras de la minería, instituciones públicas, sociedad civil y pueblos originarios, entidades de fomento a la producción y academia e investigación.

Figura 23. Grupo de actores involucrados en la industria minera.



Fuente: Elaboración propia

3.3.4.1 Actores de la gran minería:

De los grupos de actores destacan las **empresas y gremios mineros** por ser quienes ejecutan directamente la operación y producción de los minerales. De ellas, el mayor porcentaje de participación del sector lo tienen las **grandes mineras privadas y la gran minería estatal**. La producción de cobre en la minería privada en Chile en 2023 fue significativamente mayor que la producción de la minería estatal. Según los datos, la producción de cobre de la minería privada aumentó un 1,2% en comparación con el año anterior, mientras que la producción de la minería estatal, liderada por Codelco, disminuyó un 8,3% en el mismo período. El segmento de la gran minería del cobre está conformado principalmente por grandes empresas multinacionales privadas como Anglo American, BHP Billiton, Antofagasta Minerals, entre otras, junto con Codelco, la empresa estatal.

3.3.4.2 Actores de la pequeña y mediana minería:

La pequeña minería genera una importante cantidad de empleo, especialmente en la zona norte del país. En el segmento del cobre, en términos de producción, registró 52.843 toneladas de cobre en 2021 (Cochilco, 2022), con envíos al exterior por US\$ 580 millones en dicho año. Por su parte, la mediana minería está compuesta por una veintena de compañías, siendo un segmento económico igualmente relevante en empleo, producción, inversión y exportaciones.

3.3.4.2 Gremios de la industria minera:

Los gremios de la industria minera tienen como objetivo representar los intereses de sus asociados para fortalecer las redes del sector productivo y fomentar su desarrollo. En Chile, existen varios gremios relacionados con las empresas mineras, como el Consejo Minero y la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI). Además, hay gremios de proveedores, como la Asociación de Proveedores Industriales de la Minería (APRIMIN) y MINNOVEX. También existen gremios que representan el sector de la pequeña minería y otros rubros asociados.

3.3.5. Acuerdos y estándares voluntarios

Las empresas mineras en Chile, tanto públicas como privadas, han adoptado medidas voluntarias para abordar los desafíos del cambio climático. A continuación, se destacan algunas estrategias implementadas.

- a) **Metas de carbono neutralidad:** Empresas y gremios mineros se han comprometido voluntariamente a metas de carbono neutralidad. Cabe destacar que el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM), busca alcanzar cero emisiones netas de GEI de Alcance 1 y 2 para 2050, con importantes empresas mineras locales, incluyendo 25 de las mayores faenas del mundo y algunas empresas miembros del Consejo Minero. Sin embargo, hay empresas mineras que han establecido metas de neutralidad de carbono para el año 2040, estas son Collahuasi y Anglo American (Consejo Minero, 2024b). Collahuasi tiene como objetivo lograr un equilibrio neto de cero emisiones de alcance 1 y 2 para el año 2040, mientras que Anglo American se propone alcanzar la neutralidad de carbono para el mismo año en relación con las emisiones de alcance 1 y 2.

En Chile, las empresas líderes de la gran minería vinculadas al Consejo Minero y comprometidas con las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero incluyen a BHP, Antofagasta Minerals, Anglo American, Teck, Collahuasi, Caserones, Glencore, Barrick, Codelco, Río Tinto, Freeport, Compañía Minera del Pacífico, Candelaria y KGHM Polska Miedz.

Relacionado a lo anterior, el ICMM impulsa la estandarización del Alcance 3 y el establecimiento de metas mediante la publicación de una guía para mejorar la divulgación de emisiones en la industria minera y metalúrgica. Esta guía proporciona un marco estandarizado para calcular las emisiones a lo largo de la cadena de valor. Se basa en el Estándar de Alcance 3 del Protocolo de GEI del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), uno de los

estándares más amplios utilizado a nivel global para contabilizar y reportar emisiones corporativas (Reporte Minero, 2023).

- b) **Contratos de ERNC:** Empresas como Enami, Codelco, Collahuasi, Anglo American y Minera Sierra Atacama han adoptado contratos de compraventa de energía basados en fuentes renovables.
- c) **Participación Ciudadana:** El involucramiento con las comunidades es crucial, y algunas empresas reconocen la importancia de establecer diálogo transparente y participativo desde etapas tempranas. A ello se añaden criterios de participación ciudadana en diversas actividades, como compra y venta de créditos de carbono. La participación ciudadana para ser legítima y eficiente requiere la presencia de la diversidad de actores concernidos en una problemática determinada y un entorno social específico. En el caso del sector de minería, se trata de recibir aportes y sugerencias de trabajadoras y trabajadores, así como también atender a sus aportes, preocupaciones y atender a sus demandas diferenciadas. Durante el diálogo con las comunidades, se requiere la participación de interlocutores que representen a dirigentes, organizaciones de base y mujeres emprendedoras.
- d) **Metas de Electrificación de Procesos:** Empresas como Codelco, SQM, BHP y Anglo American han establecido metas de electrificación, especialmente en flotas de vehículos.
- e) **Medidas de Eficiencia Energética:** Se implementan medidas de eficiencia energética promovidas por acuerdos entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero. Algunos ejemplos incluyen la norma ISO 50.001 y tecnologías eficientes en procesos de producción, así como de desalación. Con el propósito de fomentar el uso racional y eficiente de los recursos energéticos, se destaca la promulgación de la Ley de Eficiencia Energética N° 21.305. La Ley aplica a grandes consumidores, y establece metas de alcanzar una reducción del 10% en la intensidad energética para el año 2030, lo que se traducirá en una disminución de 28,6 millones de toneladas de CO₂.
- f) **Consideración de Recomendaciones del TCFD y SBTi:** Empresas como AMSA, BHP, CMP, Collahuasi y Glencore gestionan riesgos climáticos siguiendo recomendaciones del *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* (TCFD) y *Science-Based Targets Initiative* (SBTi).
- g) **Iniciativas de Sostenibilidad Voluntaria:** Están basadas en abastecimiento responsable, el cual busca la gestión del desarrollo sostenible en el suministro o la adquisición de un producto, fortaleciendo la trazabilidad social y ambiental, dando cumplimiento a las regulaciones gubernamentales.
- h) **Metas Relativas a Pilares Ambientales:** Las empresas establecen metas en áreas como agua, ecosistemas y manejo de relaves, buscando estándares más elevados de sustentabilidad. Un ejemplo está en el Compromiso Minero, el cual establece la meta de que el 90% del agua utilizada en minería provenga del mar o sea reutilizada para 2025 (Compromiso Minero, 2024).

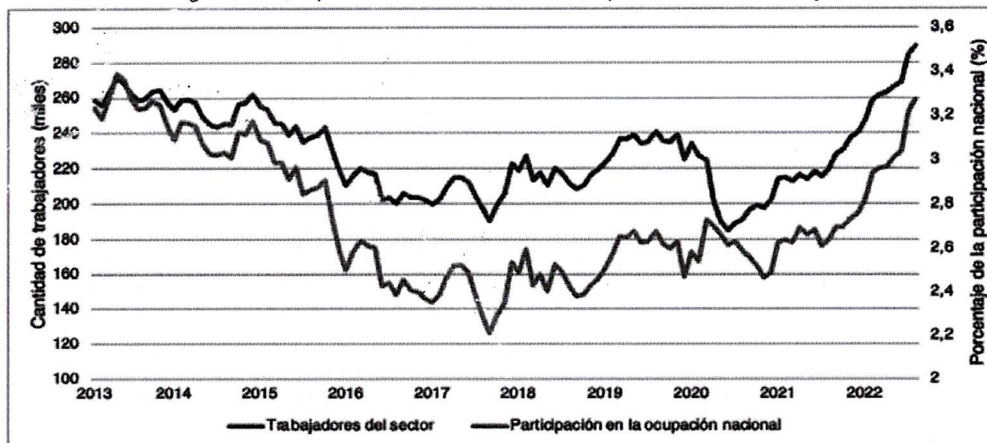
3.3.6.Externalidades

De acuerdo al estudio de ImplementaSur (2022), las emisiones de GEI y carbono negro son una externalidad de la actividad minera, pero existen otras – positivas y negativas– que es relevante destacar, como los efectos de la minería en el empleo nacional y las externalidades ambientales. A continuación, se presenta una breve descripción de ambas.

a) Empleo

La población ocupada del sector “explotación de minas y canteras” ha fluctuado entre 184.880 trabajadores al año 2020 y 289.280 trabajadores al año 2022 en el periodo 2013-2022 (INE, 2022). Como se observa en la Figura 24, entre 2013 y 2017 existió una disminución sostenida de trabajadores y trabajadoras, mientras que entre mediados de 2020 y 2022 se dio un importante aumento que responde a la reactivación económica post COVID-19. Aún más, en el trimestre correspondiente a julio-septiembre de 2022, la fuerza laboral se conformó por 289.280 personas, alcanzando el valor más alto registrado trimestralmente desde 2013. Por otro lado, la participación de la minería en el empleo nacional ha fluctuado con tendencias similares, en un rango entre 2,2 y 3,4% entre 2013-2022. En 2022, la participación de las personas ocupadas en el sector minería ha variado desde un 2,8% en el trimestre móvil diciembre-febrero a un 3,3% en el trimestre julio-septiembre.

Figura 24. Empleo trimestral del sector explotación de minas y canteras



Fuente: Población ocupada por rama de actividad económica según trimestres del INE (2022).

Por otro lado, según el informe minero sobre la participación de las mujeres en la industria minera, las cifras varían según la fuente. De acuerdo con los informes de la Alianza CCM-Eleva, publicados en marzo de 2024, la participación de las mujeres en la minería alcanza un 18%, marcando un hito histórico en términos de paridad (CCM-Eleva, 2024). Este porcentaje supera significativamente los datos de participación femenina en la industria del cobre informados por Cochilco, que situaba la cifra en un 13,5% (COCHILCO, 2023e). Además, este mismo reporte revela que la participación de mujeres en empresas contratistas mineras es del 12%.

Por otro lado, respecto a la contratación, la industria minera contrató 2.554 mujeres en 2022, lo cual representa un 35% (CCM-Eleva, 2023). Es decir, 1 de cada 3 personas contratadas fue mujer. Estas cifras demuestran un progreso significativo a nivel histórico en la inclusión de las mujeres. Dichas cifras van relacionadas con las metas trazadas según la Política Nacional Minera 2050 de sumar un 20% de presencia de mujeres en la industria minera al año 2023 y al año 2050 de un 40%.

El aumento de la participación de las mujeres en minería está relacionado con acciones intencionadas por parte de las empresas y del Estado, dirigidas a elevar su presencia en la industria. Estas acciones incluyen formas de reclutamiento, mantención y promoción, políticas de capacitación y de debilitamiento de los estereotipos de género relativos a las capacidades, conocimiento, toma de iniciativas y respuesta al riesgo. En este sentido, cabe destacar el papel de la **Mesa Mujer y Minería** en la implementación de acciones concretas y la generación de políticas que promuevan una mayor participación de las mujeres en el sector minero.

b) Calidad del aire

Desde las fuentes móviles hasta las estacionarias, diversas actividades relacionadas con la minería emiten partículas y gases que se desplazan, se diluyen y experimentan cambios físicos y químicos. Las partículas y gases emitidos pueden incluir dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados, que pueden contribuir a la formación de *smog*, lluvia ácida y neblina tóxica. Estos contaminantes pueden tener efectos perjudiciales en la salud humana, incluyendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Sumado a ello, las emisiones de polvo de las operaciones mineras pueden depositarse en el suelo y el agua, afectando la biodiversidad e infraestructura. Actualmente, existen zonas declaradas como saturadas y latentes por contaminación del aire relacionadas a la actividad minera. Ejemplos incluyen las comunas de Tocopilla y Calama, ubicadas en la región de Antofagasta, y Andacollo en la región de Coquimbo.

Además, el ruido y las vibraciones provenientes de actividades como tronaduras, motores, rampas y generación de energía, entre otras, pueden tener efectos significativos tanto en la vida silvestre de las áreas donde se encuentra la mina como en la estabilidad de los territorios de las comunidades humanas cercanas.

c) Impacto sobre la biodiversidad

Las principales operaciones mineras que influyen en la biodiversidad involucran la eliminación de vegetación y tierra vegetal, la reubicación de organismos, la emisión de contaminantes y la generación de ruido y vibraciones. Estas acciones resultan en la pérdida, modificación y fragmentación del entorno, lo que a su vez provoca el desplazamiento de la fauna. Bajo estas circunstancias, ciertas especies enfrentan impactos adversos más severos que otras. Por ejemplo, animales menos móviles como invertebrados, reptiles y mamíferos pequeños, que residen

en comunidades altamente dependientes de factores como las condiciones del suelo, el clima y la latitud, se vuelven más susceptibles a las consecuencias de las actividades mineras. Del mismo modo, las especies acuáticas cuyo hábitat se encuentra típicamente confinado a cuerpos de agua pueden sufrir impactos críticos debido a la contaminación.

d) Impactos en la calidad del suelo

Los principales efectos de la actividad minera en la calidad del suelo están relacionados con la erosión y la disposición de materiales en los depósitos de relaves. La erosión está estrechamente vinculada a los cambios en el uso del suelo generados por actividades como la eliminación de vegetación para la excavación, la construcción de instalaciones para el procesamiento de minerales, la edificación de campamentos, la construcción de caminos y otra infraestructura crítica, como en puertos.

En cuanto a los relaves, estos constituyen los desechos resultantes del procesamiento de rocas en las operaciones mineras, compuestos de roca molida y agua. Aunque inicialmente estos residuos no son tóxicos, con el tiempo pueden experimentar reacciones que liberan sustancias tóxicas, ocasionando problemas de contaminación tanto en los suelos como en el agua. Por ello, la gestión de esta cuestión es motivo de continua preocupación y monitoreo en el ámbito minero.

e) Impacto sobre el valor paisajístico

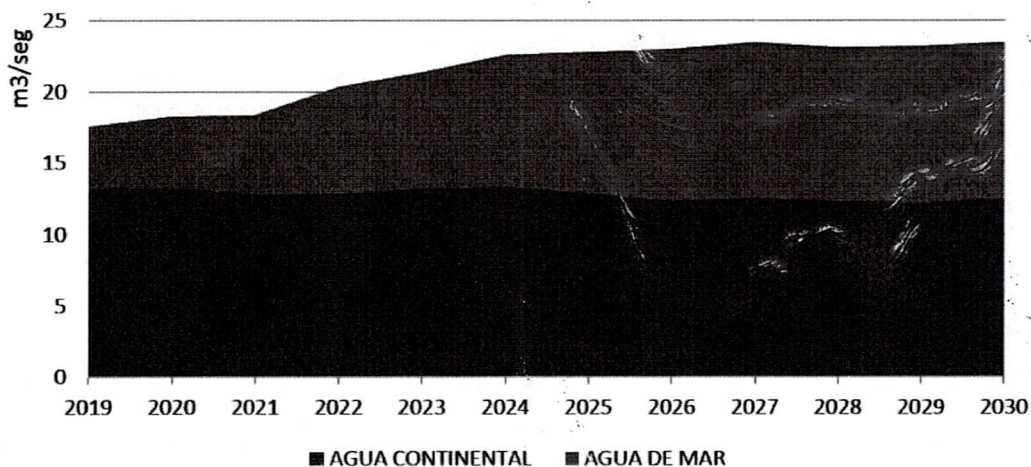
La degradación del paisaje que ocurre producto de las diversas actividades mineras afecta el valor paisajístico y cultural de los territorios en que se produce.

f) Impacto sobre los recursos hídricos

La actividad del sector minero puede afectar la calidad y disponibilidad del agua si no se implementan las medidas preventivas necesarias. En lo que respecta a la calidad del agua, el riesgo ambiental principal está vinculado a la liberación de drenaje ácido en cuerpos de agua superficial o subterránea. Este fenómeno ocurre en la minería metálica cuando los sulfuros presentes en la roca entran en contacto con el aire y el agua, generando ácido sulfúrico que puede filtrarse y disolver metales tóxicos, ocasionando graves impactos en peces, aves, mamíferos, plantas y otros organismos. Otros riesgos ambientales son la deposición de materiales provenientes de la erosión del suelo y de los desechos mineros en aguas superficiales, así como la descarga de drenajes de obras, comúnmente conocidos como sistemas de achique.

El consumo de agua por parte de la minería, especialmente en áreas donde el recurso es escaso, tiene un impacto directo en la disponibilidad de agua subterránea y superficial, afectando la capacidad del sistema para satisfacer diversas necesidades. En ese sentido, el sector minero chileno está implementando en mayor medida el uso de agua de mar para sus actividades mineras mediante plantas desaladoras. La proyección de demanda de agua de origen continental esperada a 2033 alcanza los 6,15 metros cúbicos por segundo, lo que representa una disminución de un 45% respecto al consumo real de agua continental de 2021 en la minería del cobre (Cochilco, 2022).

Figura 25. Proyección de consumo de agua en la minería del cobre.



Fuente: (COCHILCO, 2019)

Por otro lado, estas externalidades afectan indirectamente la situación de las mujeres en comunidades aledañas al aumentar la intensidad de su trabajo cotidiano en el acceso de fuentes de agua, dificultar el cuidado de la salud de los niños y personas adultas y poner en riesgo sus actividades productivas, muchas de ellas relacionadas con la sobrevivencia alimentaria (agricultura de subsistencia).

4. Planificación estratégica

4.1. Objetivo general del Plan

El objetivo general del PSCC es fortalecer la prevención y respuesta del sector minero ante el cambio climático, impulsando el desarrollo de una minería resiliente en todos sus niveles, abarcando operaciones de pequeña, mediana y gran escala, tanto metálicas como no metálicas. Esto se logrará mediante la implementación de estrategias de adaptación y mitigación, orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la adopción de tecnologías innovadoras que favorezcan una transición energética sostenible.

En paralelo, se buscará potenciar las capacidades institucionales pertinentes, generando así un entorno propicio para aprovechar oportunidades y enfrentar las amenazas vinculadas al cambio climático. El documento busca promover una minería acorde con los principios de sostenibilidad ambiental, estableciendo una sinergia efectiva entre la actividad minera y la preservación del medio ambiente. Esto contribuirá al cumplimiento de las metas de la ECLP y NDC.

4.2. Objetivos específicos

- Descarbonizar las operaciones de la minería mediante la adopción de tecnologías y servicios bajos en emisiones
- Fomentar la eficiencia energética en la industria minera mediante la gestión de la energía y la adopción de tecnologías eficientes
- Reducir el consumo de agua continental en la industria minera, mediante la promoción y adopción de fuentes alternativas, estrategias de reúso y medidas de eficiencia hídrica.
- Incentivar la preparación, planificación e implementación de acciones por parte de actores de la industria frente a los eventos climáticos y la gestión de riesgo de desastres, incluyendo las mejores prácticas nacionales e internacionales, abarcando el ciclo de vida de un proyecto minero.
- Generar condiciones para garantizar un entorno laboral seguro y preparado para enfrentar los desafíos del cambio climático en las y los trabajadoras del sector minero, con enfoque en la pequeña minería.
- Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales de la actividad y aumentar los niveles de resiliencia.

4.3. Líneas de acción.

Con el fin de cumplir los objetivos y metas sectoriales se consideran las siguientes medidas de mitigación, adaptación e integración que el Ministerio de Minería deberá implementar

Tabla 5. Líneas de acción estratégica por objetivo específico.

Objetivo específico	Línea de acción estratégica	Medidas
OM1: Descarbonizar las operaciones de la minería mediante la adopción de tecnologías y servicios bajos en emisiones	LE - M1: Tecnologías y fuentes energéticas bajas en emisiones	Mitigación directa 1: Descarbonización de procesos motrices
		Mitigación directa 2: Descarbonización de procesos térmicos.
		Mitigación indirecta 1: Fomentar contratos de suministro de energía eléctrica 100% renovable
		Mitigación indirecta 2: Incentivar la gestión de huella de carbono de los proveedores de la industria minera.
OM2: Fomentar la eficiencia energética en la industria minera mediante la gestión de la energía y la adopción de tecnologías eficientes	LE - M2: Eficiencia energética en la industria minera	Mitigación directa 3: Avanzar en estándares mínimos de rendimientos energéticos (MEPS) para motores de hasta 100HP.
		Mitigación directa 4: Fortalecimiento de los sistemas de gestión de energía.
OA1: Reducir el consumo de agua continental en la industria minera, mediante la promoción y adopción de fuentes	LE - A1:	Adaptación 1: Reducir el consumo de agua continental en la industria minera mediante

alternativas, estrategias de reúso y medidas de eficiencia hídrica.	Seguridad hídrica para la continuidad de las operaciones	el uso de fuentes alternativas, reúso y eficiencia.
OA2: Incentivar la preparación, planificación e implementación de acciones por parte de actores de la industria frente a los eventos climáticos y la gestión de riesgo de desastres, incluyendo las mejores prácticas nacionales e internacionales, abarcando el ciclo de vida de un proyecto minero.	LE - A2: Diseño, planificación, operación y cierre de la actividad minera bajo escenarios de cambio climático	Adaptación 2: Fomentar la elaboración de Planes de Adaptación de Cambio (PACC) Climático y Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) en la industria Adaptación 3: Fortalecer los planes de cierre bajo evaluación de escenarios de cambio climático y sistemas de gestión de relaves operativos
OA3: Generar condiciones para garantizar un entorno laboral seguro y preparado para enfrentar los desafíos del cambio climático en las y los trabajadoras del sector minero, con enfoque en la pequeña minería	LE - A3: Aseguramiento del bienestar de los y las trabajadoras ante eventos extremos climáticos	Adaptación 4: Fortalecer los protocolos de salud y seguridad laboral enfocados en eventos climáticos, con especial consideración de la pequeña minería
OA4: Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales del sector y aumentar los niveles de resiliencia.	LE - A4: Soluciones basadas en la naturaleza	Adaptación 5: Recuperar ecosistemas y servicios ecosistémicos degradados por operaciones mineras abandonadas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza (SbN) Adaptación 6: Implementar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura asociada a faenas mineras
	LE - A5: Economía circular	Adaptación 7: Promoción e impulso de un modelo de economía circular dentro de las actividades mineras.

Fuente: Elaboración propia

4.4. Medidas de acción

4.4.1. Componente mitigación

Esta componente consta de dos objetivos estratégicos, cada uno con una línea estratégica cada uno y seis medidas de mitigación asociadas, entre las que se encuentran 4 medidas de mitigación directa (medidas con impacto directo y cuantificable en el presupuesto de carbono del sector) y dos medidas de mitigación indirectas (medidas de relevancia para industria pero que impactan a otros sectores, además de tener una dificultad de poder asociar ese impacto en una cuantificación de reducción de emisiones atribuibles a la medida por sí sola). A continuación, se presentan las fichas de medidas de mitigación organizadas por objetivo y líneas estratégicas de mitigación

Tabla 6. Ficha Medida de mitigación directa 1

Elemento		Contenido		
Identificación	Nombre	Descarbonización de procesos motrices	ID	2025_Energía_UsosMotrices
	Descripción	Medida que busca reducir las emisiones de carbono mediante la adopción de tecnologías más limpias y que desplacen el uso de combustibles fósiles en procesos motrices. Estas fuentes energéticas pueden ser hidrógeno verde o sus derivados, efuels, electricidad, entre otros. En particular, en este plan se identifican acciones específicas para el sector minero con foco en la gran y mediana minería		
	Periodo de implementación	2025 a 2050		
	Responsable medida	Ministerio de Energía		
	Participantes en la medida	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Comisión Chilena del Cobre, Servicio Nacional de Geología y Minería, Corporación de Fomento a la Producción, Corporación Alta Ley		
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional		
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía		
	Subsector afectado	Minería		
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas y móviles que tengan motor		
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP		
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP:</p> <p>Meta 4.1: Genera planes de flota cero emisión al 2025 para la gran minería e inicia su implementación al 2030.</p> <p>Meta 1.5 (energía): Al 2050, reducción de un 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en Industria y Minería, con respecto al 2018.</p> <p>Meta 4.2: Al 2030, las operaciones de la gran minería reduce al menos un 50% las emisiones de CO_{2eq}.</p> <p>Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>PNM2050:</p> <p>Meta 43: Reduce las emisiones estableciendo metas para MP10 y MP2,5 para la industria minera al 2025 y da cumplimiento al 2030.</p> <p>Meta 68: Potencia el rol fiscalizador de Sernageomin en materia de seguridad, nuevas tecnologías y monitoreo de depósitos. Submeta: 2025: Cuenta con guías para el desarrollo de pilotos que permitan el ingreso de vehículos autónomos y tecnologías de Hidrógeno y su adecuada fiscalización.</p> <p>Meta 46: Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040.</p> <p>Meta 47: Genera planes de flota cero emisión al 2025 para la gran minería e inicia su implementación al 2030, según disponibilidad tecnológica.</p> <p>Meta 49: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p>		
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Fomentar la adopción de tecnologías bajas en emisiones en reemplazo de las tecnologías motrices que actualmente se utilizan en la industria		
	Acciones		Plazo	Resp.
	Levantamiento de la línea base de tecnologías y consumo energético asociado a los procesos motrices de la gran y mediana minería, junto con los planes de descarbonización de las empresas mineras y la identificación de brechas en aquellos que no los han elaborado.		Año 1	MMIN
Realizar un estudio para analizar la viabilidad técnica y económica actual y proyectada del desplazamiento de combustibles fósiles con la identificación de tecnologías y su potencial de éxito adaptadas a la ubicación y operación de diversas faenas mineras		Años 1 y 2	MMIN	
				Participantes
				MEN COCHILCO CAL MCTCI
				MEN COCHILCO MCTCI

Acompañar el desarrollo de planes de descarbonización en empresas de la gran y mediana minería, asegurando que al menos tengan la componente de transporte	Años 2, 3 y 4	MMIN	MMA COCHILCO CAL
Elaborar un catastro de proveedores de soluciones para descarbonizar procesos motrices vinculados actualmente en la gran y mediana minería	Permanente	MMIN	CAL
Impulsar incentivos económicos para favorecer el recambio tecnológico o de fuentes energéticas	Permanente	MEFT	MMIN MMA MH CORFO
Realizar seguimiento a la implementación de los planes de descarbonización de las empresas de la gran y mediana minería	Permanente	COCHILCO	MMIN
Fomentar el desarrollo de pilotos para la adopción tecnológica, mediante habilitación regulatoria como la modificación al Reglamento de Seguridad Minera, como también de otras acciones complementarias	Permanente	MMIN	SNGM CORFO
Realizar acciones de difusión de casos de éxitos y lecciones aprendidas	Permanente	MMIN	MEN
Costo de la medida	USD 181.000		
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética		
Medios de implementación asociados	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras, Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), Generación de conocimiento en materia de eficiencia en el transporte de material entre distintos procesos mineros, Identificación de alternativas de financiamiento climático		
Indicadores de seguimiento	Emisiones de GEI y MP debidos a procesos motrices Intensidad de emisiones de GEI debido a procesos motrices		
Análisis de género	<p>En los procesos vinculados a las actividades mineras que integren tecnologías limpias y el reemplazo de combustibles fósiles por electricidad, hidrógeno verde u otro, se impulsará garantizar una participación equitativa de mujeres y hombres en programas de capacitación y en roles laborales relacionados con el empleo y la gestión de la energía, conforme al Artículo 17 de la Ley N°21.455. Adicionalmente, se impulsará en los planes de flota cero emisiones incluyan consideraciones de género en su elaboración y se priorice de manera equitativa la participación de mujeres y hombres en su implementación. El seguimiento de la ejecución de estos planes incluirá indicadores de equidad de género.</p> <p>Por otra parte, fomentar el establecimiento de criterios de evaluación con enfoque de género para empresas proveedoras. Por ejemplo, priorizar empresas que tengan altos niveles de participación femenina en la propiedad de la empresa, en posiciones gerenciales, en los directorios de las empresas, o que hayan desarrollado e implementación de políticas de diversidad e inclusión, entre otros.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Ficha Medida de mitigación directa 2

Elemento		Contenido		
Identificación	Nombre	Descarbonización de procesos térmicos	ID	2025_Energía_UsosTérmicos
	Descripción	Medida que busca reducir las emisiones de carbono mediante la adopción de tecnologías más limpias y que desplacen el uso de combustibles fósiles en procesos térmicos. Estas fuentes energéticas pueden ser energías primarias renovables como la solar o geotérmica, como también hidrógeno verde o sus derivados, e fuels, electricidad, entre otros. En particular, en este plan se identifican acciones específicas para la mediana y gran minería.		
	Periodo de implementación	2025 al 2050		
	Responsable medida	Ministerio de Energía		
	Participantes en la medida	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Comisión Chilena del Cobre, Servicio Nacional de Geología y Minería, Corporación de Fomento a la Producción, Corporación Alta Ley		
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional		
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía		
	Subsector afectado	Minería		
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas en procesos de calor y frío		
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP		
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP:</p> <p>Meta 4.2: Al 2030, las operaciones de la gran minería reduce al menos un 50% las emisiones de CO_{2eq}.</p> <p>Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 1.5 (energía): Al 2050, reducción de un 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en Industria y Minería, con respecto al 2018.</p> <p>PNM2050:</p> <p>Meta 49: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 46. Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040.</p>		
Objetivo específico de la medida	Fomentar la adopción de tecnologías bajas en emisiones en reemplazo de las tecnologías térmicas que actualmente se utilizan en la industria			
Plan de acción	Acciones	Plazo	Resp.	Participantes
	Elaborar un diagnóstico de línea base respecto al consumo térmico en procesos mineros, tecnologías asociadas e identificación de experiencias exitosas y no exitosas	Año 1	MMIN	MEN MCTCI COCHILCO CAL
	Realizar un estudio para analizar la viabilidad técnica y económica actual y proyectada del desplazamiento de combustibles fósiles con la identificación de tecnologías y su potencial de éxito adaptadas a la ubicación y operación de diversas faenas mineras	Años 1 y 2	MMIN	MEN COCHILCO
	Fomentar el desarrollo de pilotos para la adopción tecnológica, mediante habilitación regulatoria como la modificación al Reglamento de Seguridad Minera, como también de otras acciones complementarias	Permanente	MMIN	SNGM CORFO
	Elaborar un catastro de proveedores de soluciones para descarbonizar procesos térmicos vinculados actualmente en la gran y mediana minería	Permanente	MMIN	COCHILCO CAL

Realizar acciones de difusión de casos de éxitos y lecciones aprendidas	Permanente	MMIN	MEN
Costo de la medida	USD 78.000		
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética		
Medios de implementación asociados	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras, Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), Identificación de alternativas de financiamiento climático		
Indicadores de seguimiento	Emisiones de GEI y MP debidos a procesos motrices Intensidad de emisiones de GEI debido a procesos motrices		
Análisis de género	<p>Se impulsará que las iniciativas de descarbonización de procesos térmicos puedan incluir políticas para garantizar la igualdad de oportunidades de empleo y formación en energías renovables para mujeres y hombres. Junto a esto se impulsará la realización de Análisis de impacto de género para asegurar que las medidas beneficien equitativamente a todas las personas, independientemente de su género.</p> <p>Por otra parte, fomentar el establecimiento de criterios de evaluación con enfoque de género para empresas proveedoras. Por ejemplo, priorizar empresas que tengan altos niveles de participación femenina en la propiedad de la empresa, en posiciones gerenciales, en los directorios de las empresas, o que hayan desarrollado e implementación de políticas de diversidad e inclusión, entre otros.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Ficha Medida de mitigación indirecta 1

Elemento		Contenido		
Identificación	Nombre	Fomentar contratos de suministro de energía eléctrica 100% renovable	ID	2025_Minería_PPAREnovable
	Descripción	Medida que reduce las emisiones de Alcance 2 de las empresas mineras al utilizar energía eléctrica que proviene de fuentes renovables certificadas. Busca adquirir energía eléctrica exclusivamente proveniente de fuentes renovables, como la solar, eólica, hidroeléctrica, entre otras. Esto busca reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental asociado con la generación de energía, promoviendo la participación de energías renovables en la matriz energética nacional.		
	Periodo de implementación	2025 a 2050		
	Responsable medida	Ministerio de Minería		
	Participantes en la medida	Ministerio de Energía, Ministerio de Medio Ambiente, Comisión Chilena del Cobre, Corporación Alta Ley, Coordinador Eléctrico Nacional		
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional		
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía		
	Subsector afectado	Generación eléctrica		
	Fuente emisora afectada	Plantas de generación eléctrica		
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP		
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP: Meta 4.3: Al 2030, el 90% de los contratos de energía eléctrica del sector minero proviene de fuentes renovables, alcanzando el 100% al 2050. Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>PNM2050: Meta 46. Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040. Meta 48. Un 90% de los contratos de energía eléctrica del sector minero proveniente de fuentes renovables al 2030 y el 100% al 2050. Meta 49: Establece metas de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización</p>		
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Fomentar la adopción de PPA renovables en la gran y mediana minería junto con el reconocimiento del atributo cero emisión para la cuantificación de huella de carbono corporativa		
		Acciones	Plazo	Resp.
		Identificación de desafíos para adoptar PPA renovables en la mediana minería	Años 1 y 2	MMIN
		Articulación entre proveedores de ERNC y empresas mineras	Años 2 y 3	MMIN
		Articulación de las empresas mineras con RENOVA del Coordinador Eléctrico Nacional para inscribir los contratos de suministro de electricidad renovables	Permanente	MMIN
		Apoyar el reconocimiento del atributo cero emisión de los PPA renovables en la cuantificación de emisiones de GEI con enfoque corporativo	Permanente	MMA
	Seguimiento de la implementación de contratos de ERNC en la industria minera	Permanente	COCHILCO	
			Participantes	
			MEN COCHILCO	
			MEN	
			MEN CEN	
			MMIN CEN	
			MMIN CEN	

Costo de la medida	No tiene contabilización directa de costos
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética
Medios de implementación asociado	Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE)
Indicadores de seguimiento	Porcentaje de cobertura de los PPA renovales en la gran minería y en la mediana minería
Análisis de género	No aplica a la medida

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Ficha Medida de mitigación indirecta 2

Elemento		Contenido			
Identificación	Nombre	Incentivar la gestión de huella de carbono de los proveedores de la industria minera	ID	2025_Minería_Proveedores	
	Descripción	Incentivar la reducción de la intensidad de emisiones de la cadena de suministro de la industria minera mediante la coordinación público privada y el fomento a la generación de instrumentos directos e indirectos que promuevan a los proveedores a gestionar su huella			
	Periodo de implementación	2025 a 2050			
	Responsable medida	Ministerio de Minería			
	Participantes en la medida	Ministerio de Medio Ambiente, Comisión Chilena del Cobre, Corporación Alta Ley			
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional			
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía			
	Subsector afectado	Industrias varias			
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas y móviles			
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP			
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP: Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>PNM2050: Meta 49: Establece metas de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización</p>			
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Incentivar a los proveedores nacionales de las empresas mineras a suministrar productos y servicios con bajas emisiones de gases de efecto invernadero			
		Acciones	Plazo	Resp.	
			Participantes		
		Establecer línea base para saber cuántos proveedores mineros miden su huella de carbono, tanto a nivel organizacional como a nivel de producto, como también analizar alineamiento metodológico	Años 1 y 2	MMIN	MMA CAL COCHILCO
		Fomentar el desarrollo de un instrumento oficial que homologue y estandarice la medición de huella de carbono (organizacional y producto) de los proveedores mineros para que los estos certifiquen sus emisiones	Años 1-3	MMA	MMIN CAL
		Generar una ruta del alcance 3 en la minería con potenciales acciones asociadas a proyectos traccionantes y habilitantes al 2025 para avanzar coordinados en la descarbonización del sector	Año 2	MMIN	CAL
		Diseñar un mecanismo de recolección y mantención confidencial y seguro de emisiones promedio para productos específicos de proveedores mineros locales que asegure el resguardo de la información que las empresas consideran estratégica	Años 3 al 5	MMIN	CAL
		Generar rondas de capacitación y entrenamiento a proveedores mineros de distintos tamaños y ubicación geográfica asociado al instrumento de medición de Huella Chile	Permanente	MMIN	MMA CAL
	Fomentar el desarrollo de incentivos desde las empresas mineras para que los proveedores mineros midan y reporten su huella de carbono organizacional y de producto	Permanente	MMIN	MMA CAL COCHILCO	

Costo de la medida	USD 125.000
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética
Medios de implementación asociado	Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), Identificación de alternativas de financiamiento climático
Indicadores de seguimiento	Número de empresas proveedoras de la minería que miden y gestionan la huella de carbono de productos y servicios Número de empresas mineras que diseñan e implementan incentivos para que sus proveedores gestionen la huella de carbono de sus productos y servicios
Análisis de género	Se debe hacer esfuerzo por asegurar la participación de mujeres en los programas de capacitación y entrenamiento a proveedores mineros. Además buscar que las empresas que tengan altos niveles de participación femenina en la propiedad de la empresa, en posiciones gerenciales, en los directorios de las empresas, o que hayan desarrollado e implementación de políticas de diversidad e inclusión, entre otros.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Ficha Medida de mitigación directa 3

Elemento		Contenido		
Identificación	Nombre	Avanzar en estándares mínimos de Rendimientos Energéticos (MEPS) para motores de hasta 100 HP	ID	2025_Energía_MEPS
	Descripción	Promover la adopción de motores eléctricos con altos niveles de eficiencia energética. Actualmente existe un MEPS para motores de hasta 10 HP (7.5 kW), esta medida abarcaría un rango mayor llegando a motores de 100 HP (75 kW).		
	Periodo de implementación	2025 a 2050		
	Responsable medida	Ministerio de Energía		
	Participantes en la medida	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Comisión Chilena del Cobre, Corporación de Fomento a la Producción, Corporación Alta Ley		
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional		
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía		
	Subsector afectado	Minería		
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas y móviles que tengan motor		
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP		
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP:</p> <p>Meta 1.5 (energía): Al 2050, reducción de un 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en Industria y Minería, con respecto al 2018.</p> <p>Meta 4.2: Al 2030, las operaciones de la gran minería reduce al menos un 50% las emisiones de CO_{2eq}.</p> <p>Meta 4.4: Establecer metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 4.5: Al 2050, el 100% de las empresas cuenta con sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética.</p> <p>Meta 1.5 (energía): Al 2050, reducción de un 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en Industria y Minería, con respecto al 2018.</p> <p>PNM2050:</p> <p>Meta 46. Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040.</p> <p>Meta 49. Establece metas de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización.</p> <p>Meta 50. 100% de las empresas cuentan con sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética al 2050</p>		
Plan de acción	Objetivo específico de la medida	Fomentar el recambio de motores en la industria por motores con altos niveles de eficiencia energética		
		Acciones	Plazo	Resp.
		Estudio de línea base de motores en la gran y mediana minería, junto con un catastro de proveedores (caracterización de la oferta y demanda)	Años 1 y 2	MMIN
		Explorar alternativas de cooperación público-privadas para el desarrollo de un programa de recambio de motores	Años 1 a 3	MMIN
		Elaborar un catálogo público de proveedores de motores eficientes	Año 3	MMIN
	Acciones de promoción y difusión continua para la adopción de motores de alta eficiencia energética y articulación entre proveedores y empresas mineras	Permanente	MMIN	
			Participantes	
				MEN COCHILCO
				MEN MEFT MMA COCHILCO CAL GORFO
				MEN CAL
				MEN CAL

Monitoreo anual a implementación de recambio de motores	Permanente	COCHILCO	MMIN MEN
Avanzar en certificaciones de eficiencia energética para motores y en un estándar MEPS para motores de hasta 100 HP	Permanente	MEN	MMIN COCHILCO
Costo de la medida	USD 67.000		
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética		
Medios de implementación asociados	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras, Generación de conocimiento en materia de eficiencia en el transporte de material entre distintos procesos mineros, Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), Identificación de alternativas de financiamiento climático		
Indicadores de seguimiento	Número de proveedores identificados y presentes en el catálogo Número de recambios de motores implementados en las empresas mineras		
Análisis de género	En los procesos de recambio de motores, asegurar una participación equitativa de mujeres y hombres en programas de capacitación, así como en los roles laborales vinculados al uso de maquinarias que impliquen esta transición, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 17 de la Ley N°21.455. Por otra parte, fomentar el establecimiento de criterios de evaluación con enfoque de género para empresas proveedoras. Por ejemplo, priorizar empresas que tengan altos niveles de participación femenina en la propiedad de la empresa, en posiciones gerenciales, en los directorios de las empresas, o que hayan desarrollado e implementación de políticas de diversidad e inclusión, entre otros.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Ficha Medida de Mitigación directa 4

Elemento		Contenido			
Identificación	Nombre	Fortalecimiento de los sistemas de gestión de energía	ID	2025_Energía_SGE	
	Descripción	Se propone fortalecer la revisión de los Sistemas de Gestión de Energía que deben implementar las compañías mineras, con énfasis en mostrar resultados reales de avance y reducciones efectivas, apoyando especialmente a aquellas compañías que no están reportando bajo la ley de eficiencia energética.			
	Periodo de implementación	2025 a 2050			
	Responsable medida	Ministerio de Energía			
	Participantes en la medida	Ministerio de Minería, Comisión Chilena del Cobre			
	Alcance Territorial	Todo el territorio nacional			
Metas de mitigación	Sector afectado	Energía			
	Subsector afectado	Minería			
	Fuente emisora afectada	Fuentes fijas y móviles			
	Gases y contaminantes climáticos afectados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y MP			
	Metas y objetivos que guardan relación con la medida	<p>ECLP: Meta 4.2: Al 2030, las operaciones de la gran minería reducen al menos un 50% las emisiones de CO_{2eq}. Meta 4.4: Establece metas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización. Meta 4.5: Al 2050, el 100% de las empresas cuenta con sistema de gestión y auditorías para la eficiencia energética.</p> <p>PNM2050: Meta 46. Reduce al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente de las operaciones de gran minería al 2030, alcanzando la carbono neutralidad al 2040. Meta 49. Establece metas de emisiones de GEI de alcance 1, 2 y 3, dando cumplimiento al 2030, y su posterior monitoreo y actualización. Meta 50. 100% de las empresas cuentan con sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética al 2050.</p>			
Objetivo específico de la medida	Promover el diseño e implementación de sistemas de gestión de energía en las empresas mineras				
Plan de acción	Acciones		Plazo	Resp.	Participantes
	Realizar una línea base de implementación de SGE en la gran y mediana minería identificando alcances de los SGE, planes de eficiencia energética, buenas prácticas y/o brechas para la implementación		Año 1	MMIN	COCHILCO MEN
	Fomentar la creación de una red eficiencia energética donde las empresas grandes y medianas puedan compartir experiencias y generar trabajo colaborativo		Año 2 y 3	MMIN	MEN
	Monitorear continuamente la implementación de SGE como también indicadores sobre el consumo y la eficiencia energética		Permanente	COCHILCO	MEN
	Realizar recomendaciones de acciones de eficiencia energética en el sector minero		Permanente	MEN	MMIN COCHILCO
	Realizar trabajo colaborativo público-privado para la adopción de SGE y el fomento a reportar voluntariamente en los instrumentos de la Ley de Eficiencia Energética en aquellas empresas que no estén reguladas por dicha ley		Permanente	MMIN	MEN

Fortalecer el registro de consultores de eficiencia energética		Permanente	MEN	MMIN
Formación de Gestores Energéticos para la gran y mediana minería		Permanente	MEN	MMIN
Costo de la medida	USD 72.000			
Financiamiento	Presupuesto del Ministerio de Minería y servicios asociados; Programas tecnológicos de CORFO; Fondos de cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y transición energética			
Medios de implementación asociados	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras, Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE)			
Indicadores de seguimiento	Número de empresas que diseñan e implementan Sistemas de Gestión de Energía Número de empresas que reportan sus consumos energéticos al Ministerio de Energía			
Análisis de género	Aplicar enfoque de género en el fortalecimiento del registro de consultores de eficiencia energética (MEN), asegurando una participación de mujeres en el rubro. Asegurar la integración de mujeres en el proceso de Formación de Gestores Energéticos para la gran y mediana minería (MEN). Integrar un enfoque de género en la red de eficiencia energética, asegurando la participación de mujeres en esta red.			

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Componente adaptación

Tabla 12. Ficha Medida de Adaptación 1

Reducir el consumo de agua continental en la industria minera mediante el uso de fuentes alternativas, reúso y eficiencia										
Elemento	Sub-elemento	Contenido								
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Reducir el consumo de agua continental en la industria minera, mediante la promoción y adopción de fuentes alternativas, estrategias de reúso y medidas de eficiencia hídrica								
	Lineamiento estratégico	Seguridad hídrica para la continuidad de las operaciones								
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida busca disminuir el porcentaje de agua continental utilizado para la industria minera, promoviendo otras fuentes que no compitan con el consumo humano, la eficiencia hídrica y la reutilización de aguas residuales, mediante el desarrollo de talleres de concientización, la evaluación de necesidades tecnológicas sobre el uso hídrico, programas de reconocimiento de proyectos pilotos en empresas mineras, facilitar el acceso a información y orientaciones legales, así como facilitar la participación del sector minero en la gestión de agua a nivel cuencas.								
	Indicador Medida	1. Porcentaje de reducción del consumo de agua continental en la industria minera (cuantitativo) 2. Número de empresas mineras que han desarrollado proyectos de reducción de agua continental y fuentes que no compitan con el consumo humano (cuantitativo)								
	Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería							
	Alcance	Beneficiarios	- Empresas mineras que participarán de los proyectos piloto - Usuarios de agua en las cuencas de instalación de las actividades mineras							
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)/NDC	Territorial	A nivel nacional, aplicable a las regiones donde se encuentren las empresas mineras							
		General: Seguridad hídrica: Operaciones mineras menos vulnerables a la escasez hídrica en lugares donde el acceso al agua es limitado y existe riesgo de sequía. Pérdidas, daños y costos de inacción: Costos asociados a la extracción, tratamiento y suministro de agua a largo plazo, así como de la continuidad de las operaciones mineras. Co-beneficios en mitigación o adaptación: Disminución de la contaminación del agua y degradación del suelo, Conservación de ecosistemas acuáticos y terrestres Soluciones basadas en la Naturaleza: Implementación de prácticas en la reutilización de agua, como el uso de sistemas de tratamiento con humedales artificiales, o sistemas de recolección agua lluvia en zonas altoandinas.	<p>Sistemas Humanos: Movilidad humana: La preservación del recurso hídrico local contribuye indirectamente a mantener la estabilidad de las comunidades cercanas a las operaciones mineras.</p> <p>Medios de Implementación: Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Desarrollo de capacidades de las empresas mineras enfocadas a buscar soluciones sostenibles ante la escasez hídrica y fomento de la investigación en las áreas de sequía y cambio climático. Transferencia tecnológica: Al invertir en el desarrollo de tecnologías avanzadas para tratar y reutilizar el agua utilizada en sus procesos, contribuye a la adopción tecnológica asociada a crear condiciones para la acción climática Financiamiento y fomento productivo: Fomenta el financiamiento desde el sector privado a proyectos para la gestión hídrica en minería.</p>							
	Sinergia con otras políticas públicas	Política Nacional Minera 2050 - Metas: - Disminuye el porcentaje de agua continental usado en la industria minera, no superando el 10% de las aguas totales utilizadas al 2030 y el 5% al 2050, promoviendo otras fuentes que no compitan con el consumo humano - Participa de manera activa en el desarrollo de la gestión integrada por cuencas (GIRH) al 2030 y mantiene una mejora continua de la GIRH al 2050 - Promueve la publicación de guías para entender el marco jurídico, normativa y permisos necesarios para el desarrollo de plantas desaladoras de agua de mar al 2025 - Prioriza la elaboración de un plan de acción tecnológico (PAT) del sector minero, en el marco de la estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático al 2025								
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
	(Principales actividades que se deben realizar para el cumplimiento de la meta de la medida)	1. Realizar estudio que determine la línea base de consumo de agua	Actividades	Realizar un estudio para establecer la línea base, caracterizar los	Generar plan de trabajo que habilite su implementación				Ministerio de Minería	Ministerio de Ciencia, Tecnología,

		continental en la industria minera		procesos mineros con consumo hídrico e identificar alternativas de solución						Conocimiento e Innovación		
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que está considerado en las medidas transversales relativas a medios de implementación								
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización	Medios de implementación			
				Elaboración del estudio	1	Unidad	Estudio publicado	C				
			Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		2. Incentivar el desarrollo de proyectos de eficiencia hídrica en las operaciones de las empresas mineras	Actividades	-	Diseñar el programa e identificar oportunidades para implementar proyectos de eficiencia en el consumo de agua en diferentes procesos mineros.	Seguimiento a la implementación de los proyectos de eficiencia hídrica	Difusión de los resultados y las lecciones aprendidas	-	Ministerio de Minería	ASCC CORFO Gremios	0	
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con gremios y empresas								
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización	Medios de implementación			
				Número de proyectos piloto de reúso de agua implementados	1	Proyectos piloto	Documento con resultados de los proyectos implementados	T				
			Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		3. Incentivar el desarrollo de proyectos piloto para identificar otras fuentes hídricas, no desaladoras	Actividades	-	Diseñar el programa e identificar proyectos piloto, considerando las tecnologías priorizadas en el PAT, que evalúen la prefactibilidad técnica y ambiental para el uso de fuentes de agua alternativas	Seguimiento a la implementación de los proyectos de nuevas fuentes hídricas	Seguimiento a la implementación de los proyectos de nuevas fuentes hídricas	Difusión de los resultados y las lecciones aprendidas	Ministerio de Minería	ASCC CORFO Gremios Dirección General de Aguas (DGA)	0	
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con gremios y empresas								
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización	Medios de implementación			
				Número de proyectos piloto implementados para identificar fuentes alternativas	1	Proyectos piloto	Documento con resultados de los proyectos implementados	T F				
			Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		4. Promover la innovación en proyectos de reutilización de	Actividades	-	Diseñar el programa e identificar oportunidades para implementar	Seguimiento a la implementación de los proyectos	Seguimiento a la implementación de los proyectos	Difusión de los resultados y las lecciones aprendidas	Ministerio de Minería	ASCC CORFO	0	

		agua en la operación minera, escalando los actuales e implementando nuevos dentro del marco legal existente		proyectos de reúso de agua en diferentes procesos mineros	de reúso de agua	de reúso de agua			Gremios		
		Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con gremios y empresas								
		Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización	Medios de Implementación			
			Número de proyectos piloto de reúso de agua implementados	1	Proyectos piloto	Documento con resultados de los proyectos implementados	T				
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		5. Facilitar el acceso a información y orientaciones sobre el marco legal y permisos necesarios para el desarrollo de nuevas fuentes de agua, tales como infraestructura multiusos	Actividades	Desarrollar y difundir material informativo actualizado sobre el marco legal, permisos necesarios y beneficios comunitarios del desarrollo de nuevas fuentes de aguas, considerando cambios legislativos y regulatorios	Organizar capacitaciones para brindar orientación sobre los procesos de obtención de permisos y cumplimiento de la normativa	Actualización de información y organización de capacitaciones	Actualización de información y organización de capacitaciones	Actualización de información y organización de capacitaciones	Ministerio de Minería	MMA DGA Directemar	0
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas							
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización			
		Número de empresas mineras y partes interesadas que acceden al material informativo y participan eventos de capacitación		10	Empresas mineras	Reportes de actividades participativas Encuestas de satisfacción	C				
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		6. Promover la concientización y capacitación, tanto a nivel directivo como operativo, sobre la importancia de reducir y reutilizar el agua en la minería metálica y no metálica	Actividades	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Organizar capacitaciones para empresas dedicadas a la extracción de minerales metálicos y no metálicos.	Ministerio de Minería	Gremios	0
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas y realización de actividades con recursos propios							
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización			
		Número de capacitaciones sobre la importancia de la reducción y reúso del agua		1	Capacitaciones	Reportes de actividades Encuestas de satisfacción de las capacitaciones	C				

		Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		7. Facilitar y coordinar la participación de representantes del sector minero en la gestión de agua a nivel cuencas	Actividades	Coordinar en conjunto con la Dirección General de Aguas la representación del sector minero en las mesas estratégicas de recursos hídricos y otras organizaciones de gestión del agua a nivel de cuenca.	Seguimiento y evaluación de la participación del sector minero	Seguimiento y evaluación de la participación del sector minero	Seguimiento y evaluación de la participación del sector minero	Difusión de los resultados y las lecciones aprendidas a través de una mesa de trabajo que promueva el intercambio de experiencias	Ministerio de Minería	DGA	0
Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas y realización de actividades con recursos propios										
Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación					
		Número de espacios estratégicos de recursos hídricos con participación del sector minero	3	Unidad	Actas de grupos de trabajo	C					
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	243800 USD									
	Posibles fuentes de financiamiento	Esta medida no requiere financiamiento.									

Tabla 13. Ficha Medida de Adaptación 2

Fomentar la elaboración de Planes de Adaptación de Cambio (PACC) Climático y Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) en la industria										
Elemento	Sub-elemento	Contenido								
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Incentivar la preparación, planificación e implementación de acciones por parte de actores de la industria frente a los eventos climáticos y la gestión de riesgo de desastres, incluyendo las mejores prácticas nacionales e internacionales, abarcando el ciclo de vida de un proyecto minero.								
	Lineamiento estratégico	Diseño, planificación, operación y cierre de la actividad minera bajo escenarios de cambio climático								
	Descripción y resultado esperado de la medida	Fomentar que las empresas elaboren e implementen planes de adaptación frente al cambio climático y la gestión del riesgo de desastre para sus operaciones, facilitando su desarrollo colaborativo con las comunidades aledañas y organismos competentes, y proporcionando apoyo especializado a las pequeñas mineras a través de asociaciones y/o gremios. META: A 2030 al menos el 15% de las empresas mineras contarán con su correspondiente Plan de Adaptación al cambio climático								
	Indicador Medida	Número de empresas mineras que elaboran y adoptan Planes y/o Acciones de Adaptación al cambio climático y GRD (Cualitativo)								
	Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería							
	Alcance	Beneficiarios	- Empresas mineras que participarán en la elaboración de sus Planes de Adaptación							
Territorial		A nivel local, aplicable a todas las empresas mineras								
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>General:</p> <p>Pérdidas, daños y costos de inacción: Reducción de costos asociados a pérdidas operativas y daños en la infraestructura y activos (puertos, caminos, relaveras, otros) por la implementación de los planes de adaptación y GRD, y sus medidas</p> <p>Co-beneficios en mitigación o adaptación: Integración de medidas que aporten a la seguridad energética e hídrica, que se traducen en reducción de emisiones GEI</p> <p>Fortalecimiento de la Gobernanza:</p> <p>Institucionalidad y gobernanza: Fortalece la gobernanza del Ministerio de Minería sobre la ejecución de acciones para el aumento de la resiliencia al cambio climático en las empresas mineras</p> <p>Sistemas Humanos: Igualdad y equidad de género: Inclusión y participación equitativa de mujeres y hombres en todas las etapas del proceso de elaboración. Movilidad humana: Colaboración con las comunidades locales al reducir la exposición a riesgos climáticos en las instalaciones mineras y sus alrededores. Otros grupos vulnerables específicos: Reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas circundantes mediante la gestión de riesgos climáticos en instalaciones mineras. Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Elaboración de medidas de GRD específicas para las instalaciones mineras, incluyendo evaluaciones de riesgo y protocolos de respuesta.</p> <p>Medios de Implementación: Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Desarrollo de capacidades de adaptación al cambio climático por parte de las industrias mineras. Transferencia tecnológica: La elaboración de planes de adaptación frente al cambio climático y GRD genera condiciones para la búsqueda de tecnologías que ayuden a las empresas mineras a responder a la resiliencia climática Financiamiento y fomento productivo: La implementación de los Planes para las empresas mineras resultará en financiamiento privado para el aumento de la resiliencia de sus operaciones y zonas aledañas</p>								
	Sinergia con otras políticas públicas	Ley 21.364/2021 y DS86/2023: Art. 26 Elaboración del Plan Sectorial de Gestión de Riesgo de Desastres del sector minero Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 2: - Fortalecer la gobernanza de la gestión del riesgo de desastres								
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		Actividades	Elaboración de la guía mediante la contratación de una consultoría externa que proporcione lineamientos para que las empresas puedan desarrollar sus PACC y GRD en concordancia con los instrumentos	Publicación y difusión de la guía a través de un programa de sensibilización y capacitación.				Ministerio de Minería	MMA SENAPRED Gremios	39.000

	organizaciones y gremios mineras	reguladores y de planificación del territorio.								
	Costo	39000	0							
	Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación				
		Elaboración de la guía	1	Unidad	Guía publicada	C				
		Número de mineras participantes en los eventos de difusión y capacitación	15	Empresas	Minutas de eventos					
	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
	2. Elaborar e implementar el Plan Sectorial de Gestión de Riesgo de Desastres bajo mandato de la ley 21.364	Actividades	Elaboración del Plan Sectorial de GRD del sector minero mediante la contratación de una consultora externa.				Ministerio de Minería	SENAPRED	110.000	
		Costo	110.000							
	Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación				
		Elaboración del Plan	1	Unidad	Plan publicado	C				
	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
	3. Apoyar el desarrollo de los Planes de Adaptación al Cambio Climático y GRD en empresas de la gran y mediana minería	Actividades	-	Desarrollar una red de intercambio de buenas prácticas entre empresas de la gran y mediana minería que tengan PACC y GRD, para identificar brechas y potenciar el intercambio de conocimientos. Diseñar un programa que fomente la generación de PACC y GRD en la industria	Elaborar el programa mediante la contratación de una consultora externa e identificar al menos cuatro grandes y medianas empresas que se comprometan a formular e implementar sus Planes de Adaptación al Cambio Climático y GRD		Implementación del programa	Ministerio de Minería	Empresas mineras	22.000
		Costo	0	22.000	0					
	Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación				
		Elaboración del programa	1	Unidad	Programa publicado	O				
		Número de empresas que desarrollen sus planes	4	Empresas	Planes desarrollados por las empresas mineras					
	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
	4. Apoyar con asesoramiento	-	-	-	Diseñar y elaborar un programa que	Implementación del programa	Ministerio de Minería	Sernageomin	55.000	

		técnico a pequeñas mineras para la formulación de medidas de adaptación al cambio climático y GRD.				fomente la elaboración de medidas de adaptación y GRD en la pequeña minería. Esto se realizará mediante la contratación de una consultora externa que lleve a cabo el proceso técnico y participativo, a través de mesas de trabajo con empresas de la pequeña minería.			Empresas mineras		
		Costo				55.000					
		Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación		Categorización Medios de implementación		
			Elaboración del programa		1	Unidad	Programa publicado		C		
		Número de empresas asistidas en la formulación de sus PACC y GRD		3	Empresas	Planes elaborado por las pequeñas empresas mineras					
		Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		5. Desarrollar y difundir una guía que asegure la participación de distintos integrantes (mujeres, jóvenes, etc.) de las comunidades aledañas y pueblos indígenas, para incorporar efectivamente sus necesidades en los planes de adaptación al cambio climático de las empresas mineras	Actividades	Realizar un diagnóstico que revise los instrumentos existentes de participación de comunidades aledañas	Elaborar una guía con recomendaciones que aseguren la participación de los miembros de las comunidades aledañas y pueblos indígenas en la elaboración de los PACC de las empresas, mediante la contratación de una consultora externa.	Difusión de la guía	Difusión de la guía	Difusión de la guía	Ministerio de Minería	Ministerio de Medio Ambiente Instituciones locales: municipales, SEREMIAS Empresas mineras	22.000
			Costo	0	22.000	0	0	0			
			Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación		Categorización Medios de implementación	
		Elaboración de la guía		1	Unidad	Publicación de la guía		C			
Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción		
6. Organizar espacios informativos para empresas mineras sobre la importancia de la participación	Actividades		Desarrollo de al menos 1 taller informativo dirigido a empresas mineras sobre la importancia de la	Implementar un programa de reconocimiento para empresas que promueva la participación comunitaria	Evaluación de la efectividad de las acciones de integración de comunidades e identificación de		Ministerio de Minería	Ministerio de Medio Ambiente Instituciones locales: municipales,	0		

		comunitaria y la inclusión de pueblos indígenas en el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático		participación comunitaria y pasos claves para integrarla	inclusiva en sus PACC, con la participación de al menos 3 empresas	oportunidades de mejora			SEREMIAS	Empresas mineras
			Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas, gremios y empresas mineras						
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de implementación		
				Número de empresas que participan de los espacios informativos	15	Empresas	Listado de recomendaciones y lecciones aprendidas sobre la participación de comunidades aledañas mineras	C		
				Número de empresas que han integrado la participación ciudadana en sus proyectos o PACC	3		Reporte del evento participativo			
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	248.000 USD								
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 								

Tabla 14. Ficha Medida de Adaptación 3

Elemento	Sub-elemento	Contenido
<p>Objetivo específico OE2 Lineamiento estratégico LE-A2</p>	<p>Descripción y resultado esperado de la medida</p> <p>La medida apunta a fortalecer los planes de cierre de faenas mineras considerando la evaluación del riesgo climático así como en los relaves por parte de las empresas mineras. Esta medida busca implementar acciones preventivas en el cierre de faenas mineras como la reducción de la exposición y vulnerabilidad a las amenazas climáticas en relaves, asegurando su estabilidad físico-química y minimizando su impacto en poblaciones aledañas y a nivel cuenca. La medida también busca dar a conocer los beneficios de la implementación de sistemas de gestión de relaves conforme al Estándar Global de Gestión de Relaves del ICMM considerando, de igual forma, la evaluación del riesgo climático, en las empresas mineras. Esto se desarrollará mediante capacitaciones sobre el uso del estándar y el intercambio de buenas prácticas.</p>	<p>Porcentaje de empresas mineras que han actualizado sus planes de cierre evaluando el riesgo climático (Cuantitativo)</p>
<p>Indicador Medida</p>	<p>Instituciones</p>	<p>Ministerio de Minería</p>
<p>Alcance</p>	<p>Beneficiarios</p>	<p>Empresas mineras que participarán en la elaboración de sus planes de cierre de minas y sistemas de gestión de relaves</p>
<p>PNACC/NDC ECLP-Transversales de lineamientos contribuye a los impactos o pérdidas, daños y costos de inacción: El fortalecimiento de los planes de cierre de minas puede facilitar una mejor transición hacia el cierre de las operaciones mineras, minimizando los costos económicos y sociales.</p> <p>Co-beneficios en mitigación o adaptación: Reducción de riesgos de contaminación del agua y suelo mediante la prevención de deslizamientos de relave que podrían afectar a los ecosistemas cercanos.</p> <p>Fortalecimiento de la Gobernanza: Fortalece la gobernanza del Ministerio de Minería sobre la ejecución de acciones para el aumento de la resiliencia al cambio climático en los relaves mineros</p>	<p>Sinergias de la Medida</p>	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación de fundamentos basados en la ciencia: Incorporación escenarios climáticos para el diseño de acciones preventivas para la gestión de relaves operativos y planes de cierre de minas. - Seguridad hídrica: Busca dar respuesta a los impactos potenciales del cambio climático en la hidrología local y relaves mineros. - Pérdidas, daños y costos de inacción: El fortalecimiento de los planes de cierre de minas puede facilitar una mejor transición hacia el cierre de las operaciones mineras, minimizando los costos económicos y sociales. - Co-beneficios en mitigación o adaptación: Reducción de riesgos de contaminación del agua y suelo mediante la prevención de deslizamientos de relave que podrían afectar a los ecosistemas cercanos. <p>Fortalecimiento de la Gobernanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Institucionalidad y gobernanza: Fortalece la gobernanza del Ministerio de Minería sobre la ejecución de acciones para el aumento de la resiliencia al cambio climático en los relaves mineros - Financiamiento y fomento productivo: Inversión privada por parte de las empresas mineras para medidas adaptativas ante el riesgo climático en relaves
<p>Sinergias con otras políticas públicas</p>	<p>Sinergias de la Medida</p>	<p>Política Nacional Minera 2050 - Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No cuenta con relaves en situación de abandono, ni críticos para la población al 2050 - El 100% de los relaves operativos de la gran y mediana minería cuenta con un Plan de Monitoreo Integral y que reporta información a Sernageomin relativa a la estabilidad física y química - Establece un porcentaje de reducción de la generación de relaves convencionales, fomentando otras formas de depositación, como filtrados, espesados o en pastas, dando cumplimiento al 2050 <p>Política Nacional de Depósitos de Relaves - Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fortalecer el monitoreo, reportabilidad y fiscalización de los depósitos de relaves e implementar y coordinar medidas en caso de emergencias. <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificar e invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia

Temporalidad		Actividades		Costo	
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable
55.000	0	0	0	0	Colaboradores
Ministerio de Minería	Gremios y empresas mineras	Ministerio de Minería	Gremios y empresas mineras	Gremios y empresas mineras	Colaboradores
Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores
Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción
1. Establecer guía de orientación sobre la evaluación del riesgo climático y su vulnerabilidad para incorporación en los planes de cierre de faenas mineras en el marco de la Ley 20.551					
Temporalidad					
Actividades					
Costo					
Indicadores de seguimiento					
Elaboración de las guías					
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable
0	0	55.000	0	0	Ministerio de Minería
Levantamiento de antecedentes y evaluación de riesgos climáticos asociados a la publicación de la guía de orientación	Elaboración de recomendaciones asociadas a la evaluación de riesgos climáticos	Elaboración, evaluación y divulgación de la guía de orientación	Elaboración de planes de cierre	Elaboración de planes de cierre	Ministerio de Minería
Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores
Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción
2. Fortalecer capacidades en la industria minera para la inclusión de escenarios de cambio climático dentro de los planes de cierre de faenas mineras: capacitaciones.					
Temporalidad					
Actividades					
Costo					
Indicadores de seguimiento					
Número de empresas participantes en la sesión de red de intercambio					
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable
-	-	-	10	Empresas	Ministerio de Minería
Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Ministerio de Minería
Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores
Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción
3. Promover la implementación de sistemas de gestión de relaves con enfoque de cambio climático: capacitaciones					
Temporalidad					
Actividades					
Costo					
Indicadores de seguimiento					
Número de empresas participantes en la sesión de red de intercambio					
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable
-	-	-	-	-	Ministerio de Minería
Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Desarrollar capacitaciones sobre la importancia de implementar sistemas de gestión de relaves como medida de adaptación al cambio climático	Ministerio de Minería
Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores	Colaboradores
Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción	Costo total acción

Planificación de la Medida

Cronograma Implementación

3. Promover la implementación de sistemas de gestión de relaves con enfoque de cambio climático: capacitaciones

2. Fortalecer capacidades en la industria minera para la inclusión de escenarios de cambio climático dentro de los planes de cierre de faenas mineras: capacitaciones.

1. Establecer guía de orientación sobre la evaluación del riesgo climático y su vulnerabilidad para incorporación en los planes de cierre de faenas mineras en el marco de la Ley 20.551

			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación
				Número de empresas mineras que participan en el intercambio de buenas prácticas	10	Empresas	Listado de empresas participantes	C
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	55.000	USD					
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 						

Tabla 15. Ficha Medida de Adaptación 4

Fortalecer los protocolos de salud y seguridad laboral enfocados en eventos climáticos, con especial consideración de la pequeña minería			
Elemento	Sub-elemento	Contenido	
Descripción de la Medida	Objetivo específico OE3	Generar condiciones para garantizar un entorno laboral seguro y preparado para enfrentar los desafíos del cambio climático en las y los trabajadores del sector minero, con enfoque en la pequeña minería	
	Lineamiento estratégico LE-A3	Aseguramiento del bienestar de las y los trabajadoras ante eventos extremos climáticos	
	Descripción y resultado esperado de la medida		La medida busca la creación o actualización de protocolos en las empresas mineras, con enfoque en la pequeña minería, que aseguren la salud, la seguridad y el bienestar de las y los trabajadoras ante las variables climáticas de temperatura, como eventos de olas de calor y heladas extremas; y de protocolos de seguridad laboral para la inclusión de respuesta ante los riesgos climáticos como aluviones, precipitaciones extremas.
			Para su cumplimiento se espera plantear una guía para el desarrollo de dichos protocolos, tomando como referencia los lineamientos de la "Guía para la implementación del plan para la reducción del riesgo de desastres en centros de trabajo", el "Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo", u otras existentes. Una vez elaborada dicha guía, se espera que las empresas mineras implementen sus propios protocolos de la mano de un acompañamiento desde el Ministerio.
			META: Al 2030, el 100% de las empresas de gran/mediana minería habrán implementado protocolos de salud y seguridad laboral para la protección y preparación de las y los trabajadoras ante eventos climáticos.
	Indicador Medida		Porcentaje de empresas mineras con protocolos de salud y seguridad laboral implementados (cuantitativo)
Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería	
Alcance	Beneficiarios	- Trabajadores y trabajadoras de empresas mineras que incluirán un protocolo de salud y seguridad laboral considerando los escenarios climáticos	
	Territorial	A nivel nacional, aplicable a las regiones donde se encuentren las empresas mineras	
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>Sistemas Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Igualdad y equidad de género: Incorporación de perspectivas de género en la elaboración de protocolos de salud y seguridad laboral, teniendo en cuenta las necesidades y preocupaciones específicas de hombres y mujeres en el contexto minero y ante eventos climáticos. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Disminución del riesgo de lesiones y enfermedades ocupacionales debido a eventos climáticos extremos entre los trabajadores mineros, mejorando su calidad de vida y bienestar general. - Establecimiento de protocolos de emergencia y capacitación del personal frente a eventos climáticos extremos. <p>Medios de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Contribuye al desarrollo de capacidades y competencias en los trabajadores y trabajadoras, para avanzar hacia la resiliencia frente a los efectos del cambio climático - Transferencia tecnológica: Apoya la generación de competencias digitales en los trabajadores y trabajadoras con el fin de estar más informados respecto a los eventos climáticos. - Financiamiento y fomento productivo: Apoya la formación y/o reconversión de trabajadores y trabajadoras para que sean parte de las nuevas industrias mineras sustentables 	
	Sinergia con otras políticas públicas	<p>Política Nacional Minera 2050 - Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Genera los espacios para apuntar a cero fatalidad, en donde la gran minería tiene estándares internacionales - Crea un ambiente laboral seguro, disminuyendo en 75% la tasa de gravedad; en 45% la de frecuencia al 2030, y las mantiene al 2050 - Medidas para la protección de los derechos laborales y el mejoramiento de la salud y seguridad laboral para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes. <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar una respuesta eficiente y eficaz 	

Planificación de la Medida	Cronograma Implementación (Principales actividades que se deben realizar para el cumplimiento de la meta de la Medida)	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		1. Desarrollar recomendaciones para la actualización de los protocolos de salud y seguridad laboral en base a los riesgos climáticos considerando un enfoque de género y diversidad de grupos vulnerables, en colaboración con expertos en salud ocupacional y cambio climático.	Actividades	Realizar un diagnóstico de los protocolos existentes de seguridad y salud en el trabajo para empresas mineras, identificando áreas de mejora.	Elaboración y publicación de la guía con recomendaciones.						Ministerio de Salud
	Costo	33.000	28.000								
	Indicadores de seguimiento	Nombre				Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación		
		Elaboración de la guía				1	Unidad	Guía publicada	C		
	2. Establecer un programa para la implementación de los protocolos de salud y seguridad laboral en base a los riesgos climáticos	Actividades	Diseño del programa	Elaborar un programa de reconocimiento y certificación para la implementación de protocolos que consideren el riesgo climático en grandes, medianas y pequeñas mineras, mediante una consultora externa.	Difusión y seguimiento				Ministerio de Minería	Ministerio de Salud Sernageomin Gremio y empresas mineras	55.000
	Costo	0	55.000								
	Indicadores de seguimiento	Nombre				Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación		
		Número de empresas participantes de las campañas de sensibilización.				15	Empresas	Reporte de las actividades	C		
		Porcentaje de grandes/mediana mineras que cuentan con protocolos de seguridad				100	Porcentaje Porcentaje	Número de protocolos de seguridad y salud laboral considerando el riesgo climático			
	3. Promover la cultura de seguridad climática a través	Actividades	Diseño de campañas de sensibilización y comunicación	Implementación de las campañas de sensibilización y comunicación	Implementación de las campañas de sensibilización y comunicación	Implementación de las campañas de	Implementación de las campañas de		Ministerio de Minería	Ministerio de Salud Gremio y	28.000

		de campañas de sensibilización y comunicación dirigidas a los y las trabajadoras del sector minero, con enfoque en la pequeña minería	sobre los riesgos climáticos dirigidas a los y las trabajadoras mineros			sensibilización y comunicación	sensibilización y comunicación		empresas mineras		
			Costo	28.000	La implementación se hará con gestión propia, por lo que no tiene costo asociado						
			Indicadores de seguimiento	Nombre		Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación		
				Número de empresas participantes en las campañas de sensibilización		25	Empresas	Reporte de las actividades	C		
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	144.000	USD								
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 									

Tabla 16. Ficha Medida de Adaptación 5

Recuperar ecosistemas y servicios ecosistémicos degradados por operaciones mineras abandonadas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza (SbN)		
Elemento	Sub-elemento	Contenido
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales del sector y aumentar los niveles de resiliencia.
	Lineamiento estratégico	Soluciones basadas en la naturaleza
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida busca la recuperación de ecosistemas degradados (como acuíferos, salares, zonas altoandinas, otros) y/o sus servicios ecosistémicos alterados (como la regulación de agua por afectación en fuentes hídricas aguas arriba o su contaminación, por ejemplo, con drenaje ácido) principalmente por el impacto de las operaciones mineras abandonadas. Para el desarrollo de esta medida se espera contar con una gobernanza que asegure un plan para la recuperación de las zonas degradadas por operaciones mineras abandonadas, el reconocimiento de estas y su análisis de riesgo considerando los escenarios climáticos, así como un programa de recuperación de estos mediante un trabajo conjunto público-privado priorizando las SbN. En el caso de depósitos de relaves mineros abandonados, la medida busca responder al Plan Nacional de Depósitos de Relaves Mineros del Ministerio de Minería, en específico al Objetivo 2 de "fomentar la remediación de depósitos de relaves abandonados e inactivos que se encuentren ubicados en la cercanía de zonas pobladas".
	Indicador Medida	Número de zonas degradadas por la actividad minera que se han restaurado utilizando soluciones basadas en la naturaleza
	Instituciones	Coordinador: Ministerio de Minería
	Alcance	Beneficiarios: Comunidades aledañas a las zonas degradadas por las actividades mineras abandonadas Territorial: Zona norte y centro del país
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seguridad hídrica: Restauración de la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos (acuíferos) - Pérdidas, daños y costos de inacción: Aumento del valor económico de la tierra al mejorar los servicios ecosistémicos que proporciona y riesgos que pueden surgir en las zonas aledañas. - Co-beneficios en mitigación o adaptación: Restauración de la biodiversidad, mejora de la calidad del agua beneficiando a los ecosistemas acuáticos y las comunidades que dependen de ellos para el suministro de agua potable, contribuyen al secuestro de carbono atmosférico a través del crecimiento de vegetación y restauración de hábitats naturales. - Soluciones basadas en la Naturaleza: Se prioriza las SbN como respuesta ante la restauración de las zonas degradadas, sus ecosistemas y servicios. Además, los ecosistemas restaurados pueden actuar como barreras naturales contra eventos extremos adversos. <p>Fortalecimiento de la Gobernanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Institucionalidad y gobernanza: establecimiento de una gobernanza sobre las operaciones mineras abandonadas y dar respuesta a la recuperación de dichos ecosistemas y sus servicios degradados - Sistema de M&E: generar un listado de operaciones mineras abandonadas permitiría un seguimiento y monitoreo continuo sobre el nivel de riesgo climático que puede significar <p>Sistemas Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otros grupos vulnerables específicos: La recuperación de ecosistemas degradados brinda a las comunidades locales la oportunidad de reconectar con la naturaleza y fortalecer la conexión cultural con la tierra. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Reducción de la vulnerabilidad a los desastres al restaurar la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios de moderación de riesgos. - Consideración de criterios medios ambientales, sociales y económicamente sostenibles para la fase de respuesta y recuperación del ciclo del riesgo de desastres, maximizando las oportunidades de generar escenarios de riesgo que integren el enfoque de sostenibilidad. <p>Medios de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Fomenta la investigación en soluciones basadas en la naturaleza y contribuye al desarrollo de capacidades para la recuperación de ecosistemas degradados. - Transferencia tecnológica: Fomenta y fortalece el desarrollo y transferencia tecnológica apoyando e impulsando transformaciones ambientales para la recuperación de ecosistemas degradados. - Financiamiento y fomento productivo: Contribuye a la financiación público-privada y de fondos internacionales para la recuperación de estos ecosistemas. Además, de la promoción del desarrollo sostenible al implementar acciones de recuperación de ecosistemas
	Sinergia con otras políticas públicas	<p>Política Nacional de Depósitos de Relaves</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar e implementar programas y herramientas de remediación de depósitos de relaves en situación de abandono que sean un riesgo para la comunidad. - Fomentar la remediación de depósitos de relaves abandonados e inactivos que se encuentren ubicados en la cercanía de zonas pobladas <p>Política Nacional Minera 2050 - Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generan un impacto neto positivo en biodiversidad al 2050 todos los proyectos de la gran y mediana minería desarrollados a partir de 2021 <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fomentar una recuperación sostenible

				social y de género							
			Costo	Esta medida no tiene costos asociados, ya que se implementa con recursos internos disponibles.							
			Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación			
				Generación del listado de zonas degradadas Elaboración del informe técnico	1	Listado de zonas degradadas Documento técnico elaborado	Inventario publicado Informe técnico publicado	C			
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	121.000	USD								
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 									

Tabla 17. Ficha Medida de Adaptación 6

Implementar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura asociada a faenas mineras											
Elemento	Sub-elemento	Contenido									
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales del sector y aumentar los niveles de resiliencia.									
	Lineamiento estratégico	Soluciones basadas en la naturaleza									
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida busca impulsar la integración de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura de las faenas mineras en Chile mediante el desarrollo e implementación de una Hoja de Ruta. Esta Hoja de Ruta definirá acciones concretas, metas y mecanismos de gobernanza para guiar el proceso de integración de SbN en las operaciones mineras. Mediante el trabajo colaborativo entre el sector público, privado, organizaciones científicas y comunidades locales, se establecerá un marco propicio para la integración de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en las infraestructuras mineras. Este enfoque promoverá la creación de infraestructuras más robustas y adaptativas que reduzcan la vulnerabilidad de las operaciones mineras y las comunidades locales frente a eventos extremos, así como la generación de un impacto positivo en la conservación de la biodiversidad.									
	Indicador Medida	Porcentaje de empresas de las gran minería que han implementado acciones concretas de integración de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en su infraestructura.									
	Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería								
	Alcance	Beneficiarios	- Empresas mineras y comunidades que cohabitan el territorio								
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP-PNACC/NDC	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pérdidas, daños y costos de inacción: La integración de SbN contribuye a la protección contra los daños de la inacción ante los desafíos ambientales y climáticos, lo cual se puede presentar desde interrupciones en la producción minera hasta impactos negativos en la salud humana y biodiversidad. - Co-beneficios en mitigación o adaptación: Reducción de la vulnerabilidad y mejora en la capacidad de adaptación de las operaciones mineras frente a eventos climáticos extremos, los servicios ecosistémicos fortalecen la resiliencia del entorno. - Soluciones basadas en la Naturaleza: Incorporación de técnicas de ingeniería verde en la planificación y diseño de infraestructuras mineras, como la implementación de techos verdes o la integración de espacios verdes en áreas industriales. <p>Fortalecimiento de la Gobernanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Institucionalidad y gobernanza: establecimiento de una gobernanza sobre la planificación de las infraestructuras mineras - Sistema de M&E: generar un listado de infraestructuras mineras con SbN permitiría un seguimiento y monitoreo continuo sobre la mejora en el riesgo climático que puede significar 				<p>Sistemas Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otros grupos vulnerables específicos: Reducción de la vulnerabilidad de las comunidades locales frente a eventos extremos. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Integración de infraestructuras resilientes y adaptativas en el diseño y construcción de nuevas instalaciones mineras, utilizando enfoques basados en la naturaleza para reducir el riesgo de desastres. <p>Medios de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades y empoderamiento climático: Fomenta la investigación en soluciones basadas en la naturaleza y contribuye al desarrollo de infraestructuras resilientes y sostenibles ambientalmente. - Transferencia tecnológica: Fomenta y fortalece el desarrollo y transferencia tecnológica apoyando e impulsando transformaciones en la infraestructura minera mediante soluciones basadas en la naturaleza. - Financiamiento y fomento productivo: Esta medida fomenta el financiamiento desde el sector privado a proyectos para una infraestructura minera resiliente y con un impacto positivo en la biodiversidad. 					
	Sinergia con otras políticas públicas	<p>Política Nacional Minera 2050 - Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generan un impacto neto positivo en biodiversidad al 2050 todos los proyectos de la gran y mediana minería desarrollados a partir de 2021 <p>Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - Eje 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificar e invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia 									
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación (Principales actividades que se deben realizar para el cumplimiento de la meta de la Medida)	Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		1. Organizar espacios informativos dirigidos a empresas mineras para el fortalecimiento de conocimientos	Actividades	Desarrollo de al menos 1 evento informativo dirigido a empresas mineras sobre la importancia de la integración de SbN en la infraestructura minera.	Diseño de un programa de reconocimiento para empresas mineras para el desarrollo de proyectos piloto de integración de SbN en su infraestructura	Difusión e implementación del programa		Ministerio de Minería	Ministerio de Medio Ambiente Empresas mineras	0	

	y capacidades en la integración de soluciones basadas en la naturaleza en sus operaciones.	Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas, gremios y empresas mineras								
		Indicadores de seguimiento	Nombre			Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación		
			Número de empresas mineras que participan de los espacios informativos			7	Empresas	Reporte del evento informativo	C		
		Elaboración del programa			1	Unidad	Programa publicado				
		Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción
		2. Elaborar una hoja de ruta para la integración de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura de las faenas mineras.	Actividades			Recopilar información y antecedentes, coordinarse interinstitucionalmente y diseñar el proceso para elaborar la hoja de ruta.	Elaborar la hoja de ruta para la integración de SbN en infraestructura minera mediante la contratación de una consultora	Publicación de la guía. Programa de difusión y capacitación para las empresas	Ministerio de Minería	Ministerio de Medio Ambiente Empresas mineras Academia Comunidades	55.000
				Costo			0	55.000		0	
			Indicadores de seguimiento	Nombre			Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación	
		Elaboración de la hoja de ruta			1	Unidad	Publicación de la hoja de ruta	C			
		Número de actividades de difusión y capacitación			2	Capacitaciones	Encuestas de satisfacción a asistentes				
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	55.000	USD								
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 									

Tabla 18. Ficha Medida de Adaptación 7

Promoción e impulso de un modelo de economía circular dentro de las actividades mineras													
Elemento	Sub-elemento	Contenido											
Descripción de la Medida	Objetivo específico	Incorporar el enfoque de economía circular y soluciones basadas en la naturaleza para reducir los impactos ambientales del sector y aumentar los niveles de resiliencia.											
	Lineamiento estratégico	Economía circular											
	Descripción y resultado esperado de la medida	La medida busca promover un modelo de economía circular en la industria minera, enfocándose en el uso eficiente de recursos y la minimización de desechos. Esto incluye la reutilización de residuos mineros, el reciclaje de materiales y la reducción de la necesidad de insumos de fuentes no renovables. La medida abarca la revisión de procesos en toda la cadena de valor del negocio minero, desde la exploración y desarrollo de minas hasta la extracción, procesamiento y despacho de minerales, incorporando tecnologías innovadoras y prácticas sostenibles. Además, este modelo contribuirá a la adaptación al cambio climático al mejorar la gestión de residuos, evitando la contaminación de los ecosistemas cercanos a las operaciones mineras. Una mejor gestión de residuos conlleva a la protección de los suelos y las fuentes de agua, las cuales son cruciales para la resiliencia de las comunidades locales frente a eventos climáticos extremos. Asimismo, la reutilización de residuos contribuye a la estabilidad y sostenibilidad a largo plazo de las operaciones mineras, disminuyendo su vulnerabilidad ante las variaciones climáticas y promoviendo prácticas que pueden ser adaptadas frente a los impactos del cambio climático.											
	Indicador Medida	Porcentaje de empresas que implementan acciones concretas para la valorización de residuos mineros											
	Instituciones	Coordinador	Ministerio de Minería										
	Alcance	Beneficiarios	- Empresas mineras y comunidades que cohabitan el territorio										
Sinergias de la Medida	Incorpora o contribuye a los lineamientos transversales de ECLP- PNACC/NDC	General:	- Pérdidas, daños y costos de inacción: Disminución de las pérdidas económicas asociadas a la gestión de desechos y la contaminación ambiental, la prevención de derrames y la reducción de residuos tóxicos evitan los costos de limpiezas y la recuperación de ecosistemas.				- Seguridad hídrica: Busca proteger los cuerpos de agua por la contaminación de residuos generados en las actividades mineras.				- Co-beneficios en mitigación o adaptación: La reutilización de materiales y residuos en las operaciones mineras disminuye la necesidad de extraer y procesar nuevas materias primas, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero asociado a estos procesos		
		Fortalecimiento de la Gobernanza:	- Institucionalidad y gobernanza: establecimiento de una gobernanza sobre el modelo de economía circular dentro de las actividades mineras				- Sistema de M&E: generar un listado de medidas y/o acciones implementadas por empresas de la mediana y gran minería para la valorización de los residuos mineros.				Sistemas Humanos: - Otros grupos vulnerables específicos: Reducción en la contaminación por residuos en los ecosistemas cercanos, mitigando los riesgos asociados a las comunidades locales y sus medios de vida. - Gestión de Riesgo de Desastres (GRD): Reducción de la vulnerabilidad a los desastres al reducir la contaminación en los ecosistemas cercanos.		
	Sinergia con otras políticas públicas	Política Nacional Minera 2050 - Metas: - Impulsa la economía circular a través de minería secundaria - Impulsa la economía circular a través de los procesos constructivos de los proyectos mineros Política Nacional Minera 2050 - Objetivo: - Liderar el modelo de economía circular a través de la reutilización de residuos y uso eficiente de recursos											
Planificación de la Medida	Cronograma Implementación	Temporalidad		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción		
	(Principales actividades que se deben realizar para el cumplimiento de la meta de la Medida)	1. Generación de línea base respecto a industrias mineras que implementan planes y programas de reúso y reciclaje de residuos identificando brechas	Actividades	Diseño de mecanismo de recopilación de información para el monitoreo de planes de reúso y reciclaje	Identificación de brechas y alternativas para el fomento del reciclaje de residuos no mineros	Elaboración del informe			COCHILCO	Ministerio de Minería	0		

		y alternativas de soluciones para fomentar el reciclaje de residuos no minero		implementados por empresas mineras							
		Costo	Esta medida no tiene costos asociados, ya que se implementa con recursos internos disponibles.								
		Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)				
			Elaboración del informe	1	Unidad	Informe publicado	C				
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		2. Incorporar el enfoque de economía circular en la etapa de construcción de los proyectos mineros mediante la guía metodológica para la consideración del cambio climático en proyectos mineros del SEIA		Levantamiento de información relevante para incorporar el enfoque de economía circular en la guía	Inclusión de los principios de economía circular a la guía metodológica para la consideración del cambio climático en proyectos mineros del SEIA			Ministerio de Minería	SEA	0	
		Costo	No tiene asignado presupuesto porque se resolverá mediante medio de implementación Guía SEA								
		Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)				
			Elaboración de la guía metodológica	1	Unidad	Guía metodológica publicada	C				
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		3. Profundizar la generación e implementación de indicadores de circularidad en la industria minera		Profundizar y actualizar el informe indicadores de economía circular en la minería chilena elaborado por Cochilco	Elaborar y publicar una guía de indicadores de circularidad para la industria.			COCHILCO	Ministerio de Minería Ministerio del Medio Ambiente	0	
		Costo	Esta medida no tiene costos asociados, ya que se implementa con recursos internos disponibles.								
		Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)				
			Guía de indicadores de circularidad	1	Unidad	Guía publicada	C				
		Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
		4. Generar normativa habilitante para reprocesamiento o reutilización de residuos mineros			Coordinación interministerial y diseño del plan de trabajo para la elaboración de la normativa	Elaboración de la normativa a cargo de una consultoría que preste asistencia técnica y lleve a cabo el		Ministerio de Minería	MMA MINSAL	55.000	

Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)				
					Colaboradores	Costo total acción			
	Elaboración del anteproyecto	1	Unidad	Anteproyecto publicado	C				
Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
5. Estudio para la caracterización y promoción de un mercado de procesamiento de chatarra electrónica en la industria de fundiciones	Actividades			Estudio de diagnóstico del mercado de procesamiento de chatarra en la industria de las fundiciones a cargo de COCHILCO	Estudio a cargo de una consultoría que profundice lo realizado por COCHILCO y lleve a cabo un proceso participativo con expertos del sector	COCHILCO	Ministerio de Minería	55.000	
	Costo				55.000				
Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)				
	Elaboración del estudio	1	Unidad	Estudio publicado	C				
Temporalidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Responsable	Colaboradores	Costo total acción	
6. Identificar residuos no mineros en la industria con potencial de ser incorporados en la Ley REP y fomentar su incorporación	Actividades	Coordinación interministerial a través de la creación de una mesa de trabajo	Desarrollo de un estudio para la identificación de residuos no mineros potenciales para la Ley REP	Elaboración de un plan de acción para la integración de los residuos en la Ley REP según prioridad	Implementación y actualización del plan de acción	Implementación y actualización del plan de acción	Ministerio de Minería	COCHILCO Ministerio del Medio Ambiente	0
	Costo	No tiene asignación de costos directa, dado que para materializarse requiere gestión con instituciones públicas e utilización de recursos propios.							
Indicadores de seguimiento	Nombre	Meta	Unidad de medida	Medio de verificación	Categorización Medios de Implementación (T,C,F u O)				
	Elaboración del estudio	1	Unidad	Estudio publicado					
Financiamiento	Estimación del costo de la medida	110.000 USD							
	Posibles fuentes de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a subsidios y co-financiamientos económicos proporcionados por el Gobierno de Chile. - Establecimiento de asociaciones entre el gobierno y empresas privadas para compartir costos y recursos - Búsqueda de financiamiento a través de organismos internacionales comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. 							

4.4.3. Cronograma resumen

En la siguiente tabla, se aprecia una visión global sobre los plazos de implementación de las distintas medidas de mitigación, adaptación y de las medidas integrales. Además de la identificación de la institución responsable y actores relevantes para la ejecución de las respectivas medidas.

Tabla 19. Cronograma resumen con los tiempos de implementación por medida

Nombre de la Medida	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Institución Responsable	Actores Relevantes
Medidas de Mitigación								
Descarbonización de procesos motrices	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Energía	MMIN, MMA, MEFT, MH, MCTCI, COCHILCO, SNGM, CORFO y CAL
Descarbonización de procesos térmicos		X	X	X	X	X	Ministerio de Energía	MMIN, MMA, CAL
Avanzar en estándares mínimos de rendimientos energéticos (MEPS) para motores de hasta 100HP.		X	X	X	X	X	Ministerio de Energía	MMIN, COCHILCO y CAL
Fortalecimiento de los sistemas de gestión de energía		X		X			Ministerio de Energía	MMIN y COCHILCO
Fomentar contratos de suministro de energía eléctrica 100% renovable	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	MEN, COCHILCO y CEN
Incentivar la gestión de huella de carbono de los proveedores de la industria minera	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	MEN, MMA y CAL
Medidas de Adaptación								
Reducir el consumo de agua continental en la industria minera	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	SONAMI, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, ASCC, CORFO, SONAMI, DGA, Directemar
Fomentar la elaboración de Planes de Adaptación frente al cambio climático y la gestión de riesgos de desastres (GRD) para las industrias mineras	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	MMA, SENAPRED, Gremios mineros, Empresas mineras, Sernageomin, Instituciones locales: municipales, seremis y Sector privado
Fortalecer los planes de cierre bajo la evaluación de escenarios de cambio climático y promover los sistemas de gestión de relaves operativos	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería y Sernageomin	Gremios y empresas mineras

Nombre de la Medida	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Institución Responsable	Actores Relevantes
Fortalecimiento de los protocolos de salud y seguridad laboral, en las empresas del rubro mineras, enfocados en la protección y preparación de los y las trabajadoras de las empresas mineras ante eventos climáticos, con especial consideración de la pequeña minería	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería y Ministerio de Salud	Gremios mineros, SUSESO, Instituto de Seguridad Laboral, Ministerio de Minería, Ministerio de Salud, Gremio y empresas mineras
Recuperar ecosistemas degradados y servicios ecosistémicos degradados por los impactos de las operaciones mineras abandonadas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	Ministerio de Minería, Ministerio del Medio Ambiente, Sernageomin
Implementar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la infraestructura minera	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, Sector privado, I+D+, Empresas mineras, Comunidades
Promoción e impulso de un modelo de economía circular dentro de las actividades mineras en la reutilización de residuos e infraestructura y uso eficiente de recursos	X	X	X	X	X	X	Ministerio de Minería	Ministerio de Minería, COCHILCO, MMA, MINSAL

Fuente: Elaboración propia

5. Arreglos institucionales para la implementación del plan

Este capítulo describe los arreglos institucionales necesarios para la implementación efectiva del plan de cambio climático en el sector minero de Chile. Se detallan las responsabilidades de las distintas entidades involucradas, los mecanismos de coordinación y los sistemas de monitoreo y evaluación que asegurarán el cumplimiento de las metas establecidas. Además, se presentan las acciones habilitantes para la implementación de las diversas medidas sectoriales, en línea con las estrategias nacionales relativas a medios de implementación establecidas en la Ley Marco de Cambio Climático.

5.1. Estructura Organizacional

Comité de Coordinación Interministerial: Creación de un comité de coordinación interministerial presidido por el Ministerio de Minería y compuesto por todas aquellas instituciones que se identificaron como participantes en las medidas de mitigación y adaptación. Sus funciones serán supervisar la implementación del plan, coordinar acciones entre ministerios, y asegurar la alineación con las políticas nacionales de cambio climático.

5.2. Unidad de Gestión del Plan

Establecimiento de una unidad específica dentro del Ministerio de Minería encargada de la gestión diaria del plan, cuyas funciones serán monitorear el progreso de las medidas, gestionar recursos, y reportar avances al comité de coordinación.

5.3. Mecanismos de Coordinación

El principal espacio de coordinación corresponde al Equipo Técnico Interministerial por el Cambio Climático (ETICC), instancia presidida por el Ministerio de Medio Ambiente y compuesta por Ministerios y servicios del estado. Pero para dar una bajada específica a este plan también se definen otros dos mecanismos de coordinación:

- **Reuniones Periódicas:** Programación de reuniones trimestrales del comité de coordinación para revisar el progreso del plan y resolver problemas emergentes. Lo anterior, con el objetivo de asegurar una comunicación fluida y una toma de decisiones oportuna.
- **Grupos de Trabajo Técnicos:** Formación de grupos de trabajo técnicos especializados en áreas clave como descarbonización de procesos térmicos y gestión de huella de carbono de proveedores. El propósito es proveer asesoramiento técnico, desarrollar guías y estándares, y apoyar la implementación de medidas específicas.

5.4. Sistema de Monitoreo y Evaluación

Para poder hacer seguimiento a la implementación de las medidas, cada ficha de mitigación y adaptación tiene una batería de indicadores de seguimiento, pero a modo de complemento, para poder medir el impacto del plan, se han diseñado un set de 4 indicadores relacionados a mitigación, adaptación e inversiones en proyectos que consideren la variable de cambio climático, los que se exponen a continuación:

Tabla 20. Indicador de mitigación 1

	Elemento	Contenido
Me di	ID	Mit-01
	Nombre	Emisiones e intensidad de emisiones de alcance 1, 2 y 3
	Medida(s) asociada(s)	Todas las medidas de mitigación
	Tipo de indicador	Resultado
	Subtipo de indicador	Ambiental
	Recursos necesarios para MRV	Personal técnico, software de monitoreo, capacitación
	Unidad de medición	Toneladas de CO ₂ equivalente (tCO _{2eq})

Metodología de cálculo	<p>Para las emisiones de alcance 1 se consideran las fuentes de emisión directa mediante datos como consumo de combustible por proceso, y luego se multiplica por el factor de emisión correspondiente.</p> <p>Para las emisiones de alcance 2 se considera el total del consumo eléctrico por proceso y luego se proceden a calcular dos indicadores, uno que sea representativo de la matriz eléctrica nacional usando el factor de emisión del Sistema eléctrico nacional (SEN), y otro considerando los PPA Renovables de la industria, donde la energía residual que proviene de la matriz se calcula con el factor de emisión residual del SEN.</p> <p>Para el cálculo de emisiones de alcance 3 es necesario definir la metodología de medición, pero como fuente de información se pueden usar los reportes de sostenibilidad de las empresas mineras. Luego, para calcular la intensidad de emisiones se dividen los indicadores anteriores por el nivel de producción.</p>
Datos requeridos	Consumos energéticos por combustible, consumo de electricidad, nivel de producción y emisiones de alcance 3
Frecuencia de medición	Anual

Tabla 21. Indicador de mitigación 2

	Elemento	Contenido
Identificación	ID	Mit-02
	Nombre	Matriz energética de la industria minera
	Medida(s) asociada(s)	Todas las medidas de mitigación
	Tipo de indicador	Resultado
	Subtipo de indicador	Ambiental
	Recursos necesarios para MRV	Personal técnico, software de monitoreo, capacitación
Medición y objetivo	Unidad de medición	Unidad de Energía (Tcal o MWh) y Unidad de Energía por nivel de producción (Tcal o MWh / tmf)
	Metodología de cálculo	Corresponde a un set de indicadores que permitan caracterizar la matriz energética de la industria, en formato de consumo energético total e intensidad de consumo energético. Para ello, por proceso minero se caracterizarán el consumo de electricidad y cada combustible. Además, como complemento se buscará cuantificar cuanto electricidad tiene origen renovable mediante los PPAs. Para calcular la intensidad del consumo energético los indicadores anteriores se dividen por el nivel de producción.
	Datos requeridos	Consumos de combustibles y electricidad clasificados por proceso, electricidad proveniente de PPA renovable y nivel de producción
	Frecuencia de medición	Anual

Tabla 22. Indicador de adaptación 1

	Elemento	Contenido
Identificación	ID	Adap-01
	Nombre	Consumo de agua en la industria minera por fuentes
	Medida(s) asociada(s)	Reducir el consumo de agua continental en la industria minera mediante el uso de fuentes alternativas, reúso y eficiencia
	Tipo de indicador	Resultado
	Subtipo de indicador	Ambiental
	Recursos necesarios para MRV	Personal técnico, software de monitoreo, capacitación
Medición y objetivo	Unidad de medición	Volumen de agua (m3) y Volumen sobre producción (m3 / tmf)
	Metodología de cálculo	Caracterización del nivel del consumo de agua por proceso y por fuente. También se puede calcular un indicador de intensidad de consumo de agua al dividir lo anterior por el nivel de producción
	Datos requeridos	Consumo de agua por proceso y fuente
	Frecuencia de medición	Anual

Tabla 23. Indicador de inversiones 1

Elemento		Contenido
Identificación	ID	Inv-01
	Nombre	Inversión en proyectos con enfoque climático
	Medida(s) asociada(s)	Todas
	Tipo de indicador	Proceso
	Subtipo de indicador	Económico
Recursos necesarios para MRV		Personal técnico, software de monitoreo, capacitación
Medición y objetivo	Unidad de medición	Dólares estadounidenses (USD)
	Metodología de cálculo	Corresponde a la sumatoria de las inversiones realizadas en el año correspondiente de aquellos proyectos que tengan enfoque de mitigación de emisiones o adaptación al cambio climático. Como fuente de información se considerarán los proyectos que entren al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, como también potencialmente se integrará como pregunta a la EMPAE
	Datos requeridos	Monto de la inversión del proyecto
	Frecuencia de medición	Anual

5.5. Desarrollo de Capacidades y Estrategia de Difusión

Capacitación: Programas de capacitación para fortalecer las capacidades de los actores involucrados en la implementación del plan. Su objetivo es la medición y gestión de huella de carbono, tecnologías de descarbonización, análisis de vulnerabilidad, y estrategias de financiamiento.

Estrategia de Comunicación y Difusión: Diseño e implementación de una estrategia de comunicación para difundir las medidas y resultados del plan. Lo anterior, con el propósito de informar a los actores clave, involucrar a la sociedad civil, y promover la adopción de buenas prácticas. Para ello se diseñará un plan de comunicaciones por los medios oficiales del ministerio, como también un plan de capacitación en función de las acciones propuestas en las medidas de mitigación y adaptación.

5.6. Financiamiento y Recursos

Fuentes de Financiamiento: Identificación de fuentes de financiamiento nacionales e internacionales para apoyar la implementación del plan, tales como fondos públicos, créditos verdes, y cooperación internacional.

Incentivos Económicos: Desarrollo de incentivos económicos para fomentar la adopción de tecnologías limpias y la gestión de huella de carbono entre los proveedores, tales como créditos tributarios, subsidios, y acceso preferencial a financiamiento.

5.7. Medios de Implementación

5.7.1. Desarrollo y Transferencia de Tecnología

Con el propósito de promover la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias aplicables al sector minero, así como la transferencia de estas tecnologías a las empresas mineras y sus proveedores. El objetivo será establecer alianzas con centros de investigación, universidades y empresas tecnológicas; fomentar la innovación a través de concursos y fondos de investigación.

Tabla 24. Medio de implementación en desarrollo y transferencia de tecnología 1.

Elemento		Contenido
Identificación	ID	DTT-01
	Nombre	Análisis de brechas tecnológicas (TNA y PAT) para el desarrollo, pilotaje y adopción de tecnologías innovadoras
	Tipo de medio de implementación	Investigación y Desarrollo
	Fecha de implementación	2025 - 2030
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables al sector minero

	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Falta de tecnologías adaptadas al sector minero y baja transferencia tecnológica
	Objetivo práctico	Identificar las brechas tecnológicas y apoyar el desarrollo de tecnologías para la descarbonización en la gran y mediana minería, como también para aumentar la adaptación y resiliencia del sector. Esto incluye desde desarrollos con bajo nivel de madurez tecnológica (TRL 1-3) hasta esfuerzos más avanzados en etapas de pilotaje y escalabilidad.
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	Ministerios y servicios públicos afines al desafío a resolver, Universidades, centros de investigación y empresas tecnológicas.
	Acciones concretas	Realizar análisis de brechas tecnológicas (TNA) y Planes de Acción Tecnológicos (PAT) para materias relacionadas a mitigación y adaptación. Crear alianzas estratégicas con instituciones de investigación, centros de pilotaje, empresas proveedoras y empresas mineras. Fomentar la innovación mediante concursos y fondos de investigación focalizados en los desafíos priorizados.
	Medidas de mitigación relacionadas	Descarbonización de procesos motrices Descarbonización de procesos térmicos Incentivar a los proveedores nacionales de las empresas mineras a suministrar productos y servicios con bajas emisiones de gases de efecto invernadero
	Medidas de adaptación relacionadas	Reducir el consumo de agua continental en la industria minera mediante el uso de fuentes alternativas, reúso y eficiencia Planes de adaptación de cambio climático y gestión de riesgo de desastres en la industria minera Planes de cierre bajo evaluación de escenarios de cambio climático y sistemas de gestión de relaves operativos
	Alcance temporal	2025 - 2030
	Alcance territorial	Nacional, con foco en regiones mineras
	Costo implementación	USD 450,000 en desarrollos de TNA y PAT. Luego habrá que identificar los costos asociados a la implementación de los PAT, como también incentivos económicos que se puedan derivar de estos esfuerzos
	Origen del financiamiento	Presupuesto nacional, cooperación nacional e internacional y contribuciones del sector privado.
Análisis cualitativo	Facilitadores	Compromiso del sector minero con la innovación
		Disponibilidad, conocimiento e interés de centros de investigación y universidades
		Interés de empresas tecnológicas en colaborar
	Brechas de ejecución	Brechas de financiamiento público
		Falta de regulación específica
Indicadores de seguimiento		Resistencia al cambio en algunas empresas
		Número de alianzas estratégicas establecidas
		Número de PAT realizados y en implementación
		Monto de financiamiento otorgado

5.7.2. Creación y Fortalecimiento de Capacidades

Fortalecer las capacidades técnicas y de gestión de los actores involucrados en la implementación del plan. Se consideran las siguientes acciones: Creación de la unidad de cambio climático, fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía, creación de una guía en el SEIA específica para proyectos mineros y generación de conocimiento en materia de eficiencia en el transporte de material entre distintos procesos mineros

Tabla 25. Medio de implementación en creación y fortalecimiento de capacidades 1.

	Elemento	Contenido
Identificación	ID	CFC-01
	Nombre	Creación de la unidad de cambio climático
	Tipo de medio de implementación	Creación y fortalecimiento de capacidades
	Fecha de implementación	2025 - 2030
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Contar con un equipo dedicado a la implementación y seguimiento del Plan Sectorial de Cambio Climático

Análisis	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Baja implementación del plan
	Objetivo práctico	Crear la Unidad de Cambio Climático dentro la División de Estrategia y Políticas Públicas Mineras de la Subsecretaría de Minería para fortalecer la implementación y el seguimiento del PSCC mediante la contratación de dos profesionales, uno con perfil para implementar las medidas de mitigación y otro profesional con el perfil para implementar las medidas de adaptación
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	No aplica
	Acciones concretas	Creación de la unidad de cambio climático Elaboración de perfiles de cargo Contratación de los profesionales
	Medidas de mitigación relacionadas	Todas
	Medidas de adaptación relacionadas	Todas
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
	Costo implementación	USD 90,000 anuales
	Origen del financiamiento	Presupuesto nacional, cooperación nacional e internacional y contribuciones del sector privado.
	Facilitadores	Disponibilidad de profesionales con el perfil necesario
	Brechas de ejecución	Brechas de financiamiento público
Indicadores de seguimiento	Número de profesionales dedicados a la implementación del plan	

Tabla 26. Medio de implementación en creación y fortalecimiento de capacidades 2.

	Elemento	Contenido
Identificación	ID	CFC-02
	Nombre	Fortalecimiento de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE)
	Tipo de medio de implementación	Creación y fortalecimiento de capacidades
	Fecha de implementación	2025 - 2050
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Contar con una herramienta robusta para hacer seguimiento a la implementación del plan y sus impactos
	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Bajo acceso a información
	Objetivo práctico	Fortalecer la EMPAE tanto en diseño como infraestructura tecnológica que actualmente está en COCHILCO para contar con una herramienta que levante información robusta para monitorear la implementación del plan sectorial, como también otras aristas claves complementarias a esta materia.
	Responsable	Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)
	Participantes	No aplica
	Acciones concretas	Rediseño del cuestionario asociado a la EMPAE Diseño conceptual de la plataforma informática que alojará la EMPAE Programación de la plataforma
	Medidas de mitigación relacionadas	Todas
	Medidas de adaptación relacionadas	Todas
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
Costo implementación	USD 30,000	
Origen del financiamiento	Presupuesto nacional	
Análisis cualitativo	Facilitadores	Experiencia de COCHILCO y de las empresas de la gran y mediana minería con la EMPAE Experiencia en otros ministerios y servicios en desarrollo de plataformas similares Disponibilidad de profesionales con el perfil necesario
	Brechas de ejecución	Brechas de financiamiento público
	Indicadores de seguimiento	Implementación de la plataforma (cualitativo)

Tabla 27. Medio de implementación en creación y fortalecimiento de capacidades 3

Elemento		Contenido
Identificación	ID	CFC-03
	Nombre	Creación de una guía en el SEIA para la consideración del cambio climático para proyectos mineros
	Tipo de medio de implementación	Creación y fortalecimiento de capacidades
	Fecha de implementación	2025 - 2027
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Incorporar el enfoque de cambio climático en los proyectos mineros
	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Que el diseño de proyectos mineros no considere los desafíos en cambio climático que están planteados en este plan
	Objetivo práctico	Desarrollar una guía para abordar el cambio climático que sea específica para proyectos mineros dentro del SEIA. Esta guía proporcionará lineamientos para la definición, descripción e incorporación de medidas de mitigación y adaptación, así como la medición de sus impactos, en los expedientes para evaluación ambiental de los proyectos mineros, que considere las nuevas amenazas y vulnerabilidades que el cambio climático impone a los componentes ambientales, como también recomendaciones para reducir emisiones de GEI.
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	Servicio de Evaluación Ambiental, Sernageomin
	Acciones concretas	Diseño de la guía metodológica Difusión de la guía al ecosistema minero
	Medidas de mitigación relacionadas	Todas
	Medidas de adaptación relacionadas	Todas
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
	Costo implementación	USD 120,000
	Origen del financiamiento	Presupuesto nacional
	Análisis	Facilitadores
Brechas de ejecución		Brechas de financiamiento público
Indicadores de seguimiento		Desarrollo de la guía (cualitativo) Número de actividades de difusión realizadas

Tabla 28. Medio de implementación en creación y fortalecimiento de capacidades 4.

Elemento		Contenido
Identificación	ID	CFC-04
	Nombre	Generación de conocimiento en materia de eficiencia en el transporte de material entre distintos procesos mineros
	Tipo de medio de implementación	Creación y fortalecimiento de capacidades
	Fecha de implementación	2025 - 2027
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Identificar desafíos y potenciales de mitigación asociados a esta materia
	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Diseños poco eficientes y que por consecuencia tengan emisiones de GEI que se pueden evitar
	Objetivo práctico	Busca identificar medidas de eficiencia energética y operacional en el transporte de material entre distintos procesos mineros, entendiendo la dinámica propia de la logística asociada, articulando la mejor tecnología posible con optimizaciones de rutas y layouts, tanto en proyectos en operación como en nuevos proyectos mineros
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	Ministerio de Energía, COCHILCO, Sernageomin
	Acciones concretas	Diseño de la guía metodológica Difusión de la guía al ecosistema minero
Medidas de mitigación relacionadas	Descarbonización de procesos motrices Fortalecimiento de los sistemas de gestión de energía Avanzar en Estándares Mínimos de Rendimientos Energéticos para motores de hasta 100 HP	

	Medidas de adaptación relacionadas	No aplica
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
	Costo implementación	USD 55,000
	Origen del financiamiento	Presupuesto nacional
Análisis cualitativo	Facilitadores	Experiencia nacional e internacional en el diseño de diversos proyectos mineros
	Brechas de ejecución	Dificultad para acceder a información clave Brechas de financiamiento público
Indicadores de seguimiento		Realización del estudio (cualitativo) Número de alternativas de mitigación identificadas

5.7.3. Financiamiento climático

Identificar alternativas de financiamiento para las medidas y acciones que están plasmadas en este plan.

Tabla 28. Medio de implementación en financiamiento climático 1.

Elemento		Contenido
Identificación	ID	FC-01
	Nombre	Identificación de alternativas de financiamiento climático
	Tipo de medio de implementación	Financiamiento Climático
	Fecha de implementación	2025 - 2027
Descripción	Necesidad en que se enfoca	Identificar desafíos y potenciales de mitigación asociados a esta materia
	Barrera o riesgo que busca resolver/mitigar	Diseños poco eficientes y que por consecuencia tengan emisiones de GEI que se pueden evitar
	Objetivo práctico	Consolidar sistemas de financiamiento climático para asegurar la correcta implementación de las medidas y acciones del plan, junto al desarrollo de propuestas de programas o proyectos a financiar mediante estos instrumentos.
	Responsable	Ministerio de Minería
	Participantes	Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Hacienda
	Acciones concretas	Identificación y consolidación de instrumentos de financiamiento climático Diseño de programas o proyectos asociados al cumplimiento del plan Postulación de dichos programas o proyectos al instrumento que mejor se ajuste
	Medidas de mitigación relacionadas	Todos
	Medidas de adaptación relacionadas	Todos
	Alcance temporal	2025 - 2050
	Alcance territorial	Nacional
	Costo implementación	No tiene costos directos
Origen del financiamiento	No aplica	
Análisis cualitativo	Facilitadores	Experiencia del estado en el diseño y postulación de proyectos de cambio climático
		Existencia de equipos dedicados a las finanzas verdes o climáticas
		Existencia de la estrategia de financiamiento climático
	Brechas de ejecución	Competir con otras instituciones o países por financiamiento
Baja experiencia en el Ministerio de Minería en esta materia		
Indicadores de seguimiento		Número de proyectos postulados a financiamiento Número de proyectos con financiamiento aprobado

6. Bibliografía y fuentes de información

- Alta Ley, Ministerio de Minería, Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). "Guía sobre emisiones de la cadena de suministros de la minería, Línea base sectorial y propuestas para la acción". Disponible en: <https://www.corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2023/04/Guia-sobre-emisiones-en-la-cadena-de-suministro-de-la-mineria.pdf>
- Banco Central. (2024). Base de Datos Estadísticos (BDE). Obtenido de Exportaciones de bienes (millones de dólares FOB). Disponible en: https://si3.bcentral.cl/siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_BDP/MN_BDP42/BP6M_EXPORT?cbFechaInicio=2013&cbFechaTermino=2024&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=
- Banco Mundial. (2020). Minerals for climate action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition. <https://pubdocs.worldbank.org/en/961711588875536384/Minerals-for-Climates-Action-The-Mineral-Intensity-of-the-Clean-Energy-Transition.pdf>
- Barnett, J., & O'Neill, S. J. (2013). Minimising the risk of maladaptation. In *Climate Adaptation Futures* (pp. 87–93). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118529577.ch7>
- Bartos, M. Chester, M. Johnson, N. Gorman, B. Eisenberg, D. Linkov, I. & Bates, M. (2016). Impacts of rising air temperatures on electric transmission ampacity and peak per-capita electricity load in the United States. *Environmental Research Letters*.
- BBVA Research, Observatorio Económico de Chile. (2015). Impacto económico de los temporales que afectan el Norte del país. Disponible en: https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2015/04/Chile_temporales_20151.pdf
- Cámara Marítima y Portuaria de Chile (CAMPORT). (2021). Las marejadas llegaron para quedarse Agosto 2021 ¿Qué estamos haciendo? Disponible en: <https://www.camport.cl/wp-content/uploads/2021/08/Informe-Marejadas-Camport-agosto-2021.pdf>
- CCM-Eleva. (2023). Estudio Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2023-2032: Diagnóstico y recomendaciones. Santiago.
- CCM-Eleva. (2024). Monitoreo de Indicadores de Género: "Participación de Mujeres en Minería". Obtenido de <https://ccm-eleva.cl/wp-content/uploads/2024/03/Minuta-Monitoreo-Indicadores-de-Genero-marzo-2024-Alianza-CCM-Eleva.pdf>
- CEPAL. (2019). Minería para un futuro bajo en carbono: Oportunidades y desafíos para el desarrollo sostenible. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/55fb4820-5533-4362-8c86-35dc3a42662c/content>
- COCHILCO. (2018). "Catastro de empresas exploradoras". Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/20181220%20Catastro%20de%20empresas%20exploradoras%202018.pdf>
- COCHILCO. (2019). Proyección de consumo de agua en la minería del cobre 2019-2030.
- COCHILCO. (2020). "Balance de Gestión Integral", Ministerio de Minería. Disponible en: https://www.cochilco.cl/Informes%20de%20Gestin%20Institucional/BGI__2020%20version%20final.pdf
- COCHILCO. (2021). Emisiones de gases de efecto invernadero directos e indirectos en la minería del cobre al año 2020.
- COCHILCO. (2022). "Demanda de cobre a partir de una transición energética". Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Demanda%20de%20cobre%20a%20partir%20de%20la%20transicion%20energetica.pdf>
- COCHILCO. (2023a). Agua en la minería del cobre: Actualización al año 2022.
- COCHILCO. (2023b). Emisiones GEI en la minería del cobre al 2022 y análisis del contexto actual.
- COCHILCO. (2023c). Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2022.
- COCHILCO. (2023d). Inversión en la Minería Chilena: Cartera de proyectos 2023 -2032.

- COCHILCO. (2023e). Representación de la mujer en el sector minero en Chile 2022.
- Compromiso Minero. (2024). Pilar Ambiental. Obtenido de <https://compromisominero.cl/pilar-ambiental/>
- Consejo Minero. (2024a). Cifras actualizadas de la minería. Disponible en: "<https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2024/05/20240527-CAM.pdf>"
- Consejo Minero. (2024b). Energía y Descarbonización: Metas de Reducción de Emisiones. Disponible en: "<https://consejominero.cl/areas-de-trabajo/energia-y-descarbonizacion/#:~:text=3%20al%202040.-50%25,base%20para%20las%20emisiones%20proyectadas.>"
- CR2. (2015). "La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro". Disponible en: "<https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf>"
- CR2. (2020). Mitigación de carbono negro en la actualización de la contribución nacionalmente determinada de Chile. Extraído en: <https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2020/04/InformeExtendido.pdf>
- Daniele, L., Farías, L., González, H., Marquet, P. A., Palma-Behnke, R., Stehr, A., Urquiza, A., Wagemann, E., Arenas-Herrera, M. J., Bórquez, R., Cornejo-Ponce, L., Delgado, V., Etcheberry, G., Fragkou, M. C., Fuster, R., Gelcich, S., Melo, O., Monsalve, T. Winckler, P. (2022). Desalinización: Oportunidades y desafíos para abordar la inseguridad hídrica en Chile. Comité Asesor Ministerial Científico sobre Cambio Climático; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- DGAC (2024) Dirección Meteorológica de Chile - Servicios Climáticos. Disponible en: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historico/mapaIndicesClimaticos/1>
- Eridanus (2021). Análisis de vulnerabilidad y riesgos del sector minero frente al cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Minería. Financiado por PNUD y GEF.
- EY & CPC. (2020). Visión y Acción climática del mundo empresarial para Chile.
- Fundación Chile. (2016). "Desde el cobre a la innovación, Roadmap Tecnológico 2015-2035". Disponible en: <https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/900>
- Gobierno de Chile. (2021). Estrategia Climática de Largo plazo de Chile: Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar el 2050. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>
- Heal y Park. (2016). "Reflections—Temperature Stress and the Direct Impact of Climate Change: A Review of an Emerging Literature". *Review of Environmental Economics and Policy*
- ImplementaSur. (2022). Apoyo a planes de adaptación y mitigación de emisiones de GEI en el sector minero en Chile. Disponible en: <https://participa.minmineria.gob.cl/es-CL/projects/pscc-mineria>
- INE (2022). Población ocupada por rama de actividad económica según trimestres. Disponible en: https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/ocupacion-y-desocupacion/boletines/2021/nacional/ene-nacional-280.pdf?sfvrsn=31a8555a_6
- IPCC. (2014). "Climate Change, Impacts, adaptation and vulnerability". Disponible en: https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- IPCC (2018). "Glosario", en Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C, 2018. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossaryspanish.pdf
- IPCC. (2021). Summary for Policymakers. En V. P.-D. [Masson-Delmotte, Climate Change 2023: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (págs. 3-32). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New.
- J. Barnett y S. O'Neill. (2010). "Maladaptation", *Global Environmental Change*, vol. 20, pp. 211–213. (2010) doi: 10.1016/j.gloenvcha.2009.11.004.
- Kracht, W., & Salinas, B. (2021). Minería y Cambio Climático: Síntesis Ejecutiva.

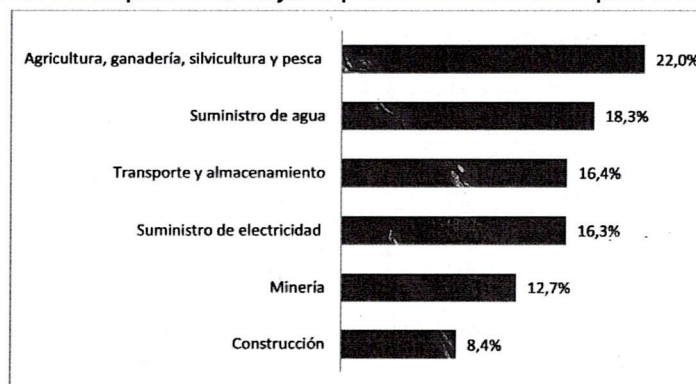
- Ley N° 21.455 de 2022. Ley Marco de Cambio Climático. Disponible en:
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1177286>
- Mason, L, Unger, C, Lederwasch, A, Razian, H, Wynne, L, Giurco, D (2013). Adapting to climate risks and extreme weather: a guide for mining and minerals industry professionals, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, pp.79. Disponible en:
[\[https://www.preventionweb.net/files/34360_s3bib1masonadaptingclimaterisksmini.pdf\]](https://www.preventionweb.net/files/34360_s3bib1masonadaptingclimaterisksmini.pdf)
- MCH. (2023). Congreso destaca rol de la minería en el combate al cambio climático. Disponible en:
<https://www.mch.cl/negocios-industria/congreso-destaca-rol-de-la-mineria-en-el-combate-al-cambio-climatico/>
- Ministerio de Energía. (2020). Carbono Neutralidad en el Sector Energía: Proyección de consumo energético nacional 2020
- Ministerio de Energía. (2021). Planificación Energética de Largo Plazo. Informe Final.
https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pelp2023-2027_informe_preliminar.pdf
- Ministerio de Minería. (2021). "Política Nacional Minería 2050, Informe Ambiental".
https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_IA_Pol%C3%ADtica_Nacional_Minera_2050.pdf.pdf
- Ministerio de Minería. (2022). Minería 2050: Política Nacional Minera. Santiago de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Informe del Inventario Nacional de Chile 2020: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2018.
- Ministerio del Medio Ambiente (2021). Consultoría: Análisis de Vulnerabilidad y Riesgos del Sector Minero frente al Cambio Climático. Desarrollada por la consultora Eridanus.
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. "Prevención de la maladaptación y eliminación de incentivos perversos", Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España. [En línea]. Disponible en: <https://adaptecca.es/sectores-y-areas/prevencion-de-la-maladaptacion-y-eliminacion-de-incentivos-perversos>
- Moon, C. J., Whateley, M. K., & Evans, A. M. (2006). Introduction to mineral exploration (No. Ed. 2). Blackwell publishing.
- Pica-Téllez, A.; Garraud, R.; Meza, F.; Bustos, S.; Falvey, M.; Ibarra, M.; Duarte, K.; Ormazábal, R.; Dittborn, R. & Silva, I.; 2020. Informe Proyecto ARClím: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (2022). "Anuario de la Minería de Chile". Disponible en:
https://www.sernageomin.cl/pdf/Anuario_2022_310523.pdf
- The World Bank. (2017). The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. Disponible en:
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf>

7. Anexos

ANEXO 1: Participación de la mujer en la minería

Al 2022 la participación de mujeres en el sector minero fue de un 12,7%. Según el Consejo de Competencias Mineras (2020a), las mujeres trabajadoras se distribuyen en distintas faenas de la siguiente manera: profesionales: 18,0%; mantenedoras: 4,0%; operadoras: 27,0%; supervisoras: 3% y 48% en otras ocupaciones fuera de la Cadena de Valor Principal (CVP) de la minería (extracción, mantenimiento de extracción, procesamiento y transporte).

Figura 27. Participación de mujeres por sector económico para el año 2022.



Fuente: Cochilco (2023)

Los estudios disponibles sobre la situación laboral de la mujer minera y sus complejidades son esencialmente de percepción y fruto de entrevistas y encuestas. Algunas complejidades se refieren a: mayor presencia de mujeres en el estamento profesional y en menor medida en las jefaturas de las empresas mineras; las mujeres perciben que sus remuneraciones son más bajas respecto a los hombres que desempeñan la misma labor; las mujeres mineras estiman que los hombres acceden a más oportunidades.

Siguiendo a Albornoz (2017) las políticas de género han visibilizado los beneficios que obtienen las empresas al incorporar trabajadoras calificadas, considerando la transformación de las lógicas al interior de los equipos de trabajo, contribuyendo al desarrollo personal y familiar de las mujeres, facilitando las condiciones de igualdad y valorando la diversidad. Desde esta perspectiva se entiende la formación de mecanismos de género (Unidades, comisiones) para abordar la relación entre el género y el cambio climático. Por otra parte, se han instalado mesas público-privadas con representantes del Estado, de las empresas y de las universidades, como es el caso del Ministerio de Energía y el de Minería: Mesa Nacional público privada sobre minería y género y los instrumentos desarrollados por estas instancias para avanzar en la inclusión de una mirada de género.

ANEXO 2: Cadena de valor de la fase exploratoria de empresas mineras

En cuanto a los costos y el tiempo en el proceso exploratorio, según Moon (2006), es relevante señalar que la exploración básica tiene una duración aproximada de 3 a 4 años, con un costo estimado de alrededor de 0,2 a 1 millón de dólares. Por otro lado, la fase de exploración avanzada abarca un periodo de 2 a 3 años, con una inversión estimada entre 2,5 y 5 millones de dólares. Se destacan a continuación las empresas más prominentes de la industria minera a nivel internacional, junto con los costos asociados a la cadena de valor de la fase exploratoria, que constituye el punto de partida para la generación de productos comerciales.

Tabla 26. Costos asociados a la cadena de valor de la fase exploratoria de empresas mineras.

Compañía	US\$ millones
CODELCO	20- 50 M
De Beers	140 M
Río Tinto	140 M
Barrick Gold	110 M

Newmont	86 M
Compañía Vale do Río Doce	81 M
Bhp Billiton	68 M
Anglogold	63 M
Anglo American	61 M
Placer Dome	60 M
Phelps Dodge	50 M
Noranda - Falconbridge	35 M
TECK	30 M
Inco	27 M
Gold Fields	23 M
WMC Resources	20 M
Newcrest	19 M

Elaboración propia a partir de Moon (2006).

ANEXO 3: Marco institucional

La sostenibilidad de las estrategias de adaptación y mitigación se fundamenta en un enfoque transversal e interinstitucional, buscando además representatividad equilibrada entre hombres y mujeres. En el marco de este contexto institucional, se han identificado las siguientes entidades públicas relevantes, en concordancia con los objetivos y lineamientos que abarca el Plan Sectorial de Cambio Climático en Minería:

- (a) **Ministerio de Minería:** Su misión consiste en diseñar, ejecutar y evaluar políticas públicas de minería, orientadas a elevar y difundir la contribución del sector minero al desarrollo nacional, fomentando la innovación, productividad y la sostenibilidad a objetivo de aprovechar los recursos mineros disponibles en condiciones socialmente inclusivas. Su responsabilidad específica en la elaboración de este plan será garantizar que la industria minera cumpla con las medidas de mitigación y adaptación establecidas en el Plan Sectorial de Cambio Climático. Lo anterior, en coordinación con la subsecretaría de minería que está encargada de colaborar en la resolución de la política de fomento minero y asesorar en el ejercicio de sus funciones y atribuciones. Como entidad responsable de la política minera en Chile. Su participación es crucial para brindar orientación estratégica, apoyo técnico y coordinación en la implementación del plan sectorial. Se busca incorporar también a las unidades vinculadas a la equidad de género.
- (b) **Servicio Nacional de Geología y Minería:** Son el organismo técnico responsable de generar, mantener y divulgar información de geología básica y de recursos y peligros geológicos del territorio nacional, para el bienestar de la comunidad y al servicio del país, y de regular y/o fiscalizar el cumplimiento de normativas mineras en materia de seguridad, propiedad y planes de cierre, para contribuir al desarrollo de la minería nacional. En el marco del Plan Sectorial de Cambio Climático, su responsabilidad principal radica en supervisar el cumplimiento de normativas relacionadas con la seguridad, así como proporcionar información actualizada sobre peligros geológicos asociados al cambio climático.
- (c) **Comisión Chilena del Cobre:** es un organismo técnico y altamente especializado creado en 1976 con la misión de asesorar al Gobierno en la elaboración, implementación y evaluación de políticas, estrategias y acciones que contribuyan al desarrollo sustentable del sector minero nacional y a fortalecer el aporte de éste al resto de la economía. Asimismo, resguardar los intereses del Estado en sus empresas mineras, fiscalizando y evaluando su gestión e inversiones
- (d) **Ministerio de Energía:** Institución de Gobierno responsable de elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector

energético del país. Su función en la elaboración del Plan Sectorial contra el Cambio Climático consiste en velar por la implementación de energías limpias, movilidad eléctrica y tecnologías en los procesos de las actividades mineras, facilitando así una transición energética que contribuya activamente a combatir el cambio climático. Dado que la industria minera es una gran consumidora de energía, el Ministerio de Energía debe participar para impulsar la transición hacia fuentes de energía más limpias y eficientes en el sector minero. También puede proporcionar orientación sobre políticas energéticas y promover la adopción de tecnologías limpias.

- (e) **Ministerio de Medio Ambiente:** Es el órgano del estado encargado de colaborar con el presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa. Su rol fundamental consiste en proponer políticas y formular planes de programas y acción contra el cambio climático. Tiene un papel de contraparte técnica y autoridad coadyuvante fundamental en la promoción de políticas y regulaciones ambientales. Su participación es esencial para garantizar la alineación del plan sectorial con las políticas ambientales nacionales y los compromisos internacionales relacionados con el cambio climático.
- (f) **Ministerio de la Mujer y Equidad de Género:** Tiene por objetivo contribuir al financiamiento de proyectos nacionales, regionales y/o locales que estén destinados a fortalecer la participación, asociatividad y liderazgo de las mujeres, en el marco de la equidad de género y los derechos humanos. Su responsabilidad en el marco del plan sectorial contra el cambio climático es asegurar la inclusión activa del rol femenino en los planes de mitigación y adaptación, garantizando el cumplimiento del artículo 17 de la Ley 21.455.
- (g) **Ministerio de Hacienda:** dirige la administración financiera del Estado, proponer la política económica y financiera del Gobierno en materias de su competencia y efectuar la coordinación y supervisión de las acciones que en virtud de ella se ejecuten. Su rol asociado a combatir el cambio climático se asocia al apoyo, diseño e implementación de instrumentos de gestión del cambio climático para establecer una visión a largo plazo que considere la institucionalidad y gobernanza climática del país, así como también, facilitar la cooperación público-privada para movilizar capital hacia sectores que respalden la implementación de metas, planes y estrategias climáticas, contribuyendo al cumplimiento de objetivos de mitigación y adaptación. Es responsable de la formulación de políticas económicas y fiscales. Su participación es importante para asegurar la disponibilidad de recursos financieros y la integración de incentivos económicos en el plan sectorial.
- (h) **Ministerio de Ciencias, Tecnología Conocimiento e Innovación:** Es un sistema compuesto por los organismos públicos, instituciones públicas de investigación y desarrollo e instituciones de educación superior estatales; y por las personas e instituciones privadas que realizan, fomentan o apoyan actividades relevantes relacionadas con ciencia, tecnología e innovación. Su función asociada a los planes elaborado contra el cambio climático es contribuir al diseño e implementación de instrumentos de gestión del cambio climático para transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero y participar en la elaboración de la Estrategia Climática de Largo Plazo, la Contribución Determinada a Nivel Nacional, y planes sectoriales de mitigación y adaptación al cambio climático.
- (i) **Ministerio de Desarrollo Social y Familia:** Entidad orientada en contribuir en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia de desarrollo social, especialmente aquellas destinadas a erradicar la pobreza y brindar protección a las personas y grupos vulnerables, promoviendo la movilidad e integración social. Su función en la lucha contra el cambio climático radica en salvaguardar a los sectores sociales vulnerables que se encuentran en situaciones de riesgo, impulsando iniciativas a nivel nacional relacionadas a promover una conciencia ambiental.
- (j) **Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres:** Encargado de asesorar, coordinar, organizar, planificar y supervisar las actividades relacionadas con la Gestión del Riesgo de Desastres del país.
- (k) **Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático:** Es el organismo que colabora con el Ministerio del Medio Ambiente en la elaboración, implementación y seguimiento de los instrumentos en materia de cambio climático, y tiene un carácter intersectorial y técnico, conformado por los representantes de las instituciones competentes en materia de cambio climático.
- (l) **Comité Regional de Cambio Climático (CORECC):** Organismo operativo para la implementación de políticas y acciones de Adaptación al cambio climático, en el Plan Nacional de Adaptación, aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Compuesto por Gobernador/a Regional, las Secretarías Regionales Ministeriales de los Ministerios que conforman el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, y por representantes de municipios y de la sociedad civil regional.

- (m) **Corporación de Fomento de la Producción:** Institución que fomenta el desarrollo tecnológico, innovación productiva y la investigación aplicada en áreas estratégicas para la economía chilena, a través del cofinanciamiento de proyectos que aborden "Desafíos de I+D".

Adicional a las entidades mencionadas en marco institucional, se considera relevante la participación de los siguientes actores en torno al Plan Sectorial del Cambio Climático de Minería:

- **Empresas mineras principales:** Compañías mineras líderes en Chile, deben ser invitadas a participar debido a su importancia en la industria minera del país.
- **Empresas mineras medianas:** es importante involucrar a empresas medianas que también desempeñan un papel significativo en el sector. Estas empresas pueden tener enfoques y desafíos diferentes, y su participación contribuirá a una representación más amplia.
- **Empresas mineras pequeñas y gremios o asociaciones mineras:** durante el proceso, se incluirán y considerarán a las empresas mineras pequeñas, sean ellas de manera independiente o a través de gremios y/o asociaciones relevantes de empresas del rubro. Un ejemplo es el Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh), el cual reúne a los Ingenieros Civiles de Minas, Metalurgistas, Geólogos e Ingenieros Civiles de otras especialidades que se desempeñan en la industria minera, metálica, no metálica, plantas de beneficio, refinerías y fundiciones.
- **Proveedores de servicios y tecnología:** Las empresas proveedoras de servicios y tecnología para el sector minero, como proveedores de maquinaria, equipos, sistemas de monitoreo y soluciones ambientales, también deben ser consideradas. Su experiencia y conocimientos en tecnologías limpias y soluciones innovadoras pueden ser valiosos para el desarrollo del plan, pues el mercado local fomentará el cumplimiento de las NDC.
- **Profesionales involucrados en iniciativas de desarrollo sostenible y acción climática en el sector:** Los y las profesionales involucrados en asesoría en temas ambientales y de cambio climático pueden brindar una perspectiva técnica y experiencia en la elaboración del plan sectorial debido a su involucramiento en estudios relacionados en el sector como por ejemplo el "Roadmap: Digitalización para una Minería 4.0". Su participación puede ayudar a desarrollar estrategias sólidas y medidas efectivas dentro del contexto minero del país; asimismo, generamos sinergias entre las iniciativas que se vienen desarrollando.
- **Consejo Minero:** Es una asociación gremial que agrupa a las principales empresas mineras en Chile. El Consejo Minero tiene como objetivo promover un desarrollo responsable y sustentable de la minería en el país. Su participación es fundamental para representar los intereses de las grandes compañías mineras y brindar una perspectiva de la industria.
- **SONAMI:** Es una entidad gremial que agrupa a pequeñas y medianas, y la gran minería de empresas mineras metálicas y no metálicas en Chile. La SONAMI representa los intereses y necesidades de estas empresas y promueve el desarrollo sostenible del sector.
- **APRIMIN:** Es una asociación gremial que representa a empresas proveedoras de bienes y servicios para la industria minera en Chile. Su participación es relevante para brindar una perspectiva desde el sector de proveedores y facilitar la colaboración entre las empresas mineras y sus proveedores.
- **Corporación Alta Ley:** Es una organización destinada a articular las capacidades existentes en entidades y organismos públicos y privados en la industria minera, con el propósito de promover y propiciar el desarrollo del sector. Su rol en los planes asociados al cambio climático es propiciar la sostenibilidad de la industria minera e iniciativas que permitan resolver los desafíos relevantes de las necesidades de la minería, mediante el desarrollo de innovaciones, transferencia de tecnologías y trabajo colaborativo, entre todas las entidades del ecosistema.
- **Universidades:** Las universidades chilenas con programas y departamentos relacionados con la minería, la ciencia ambiental, la ingeniería, la geología y otros campos relevantes pueden aportar experiencia y conocimientos especializados. Algunas universidades reconocidas en Chile incluyen la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad Técnica Federico Santa María, entre otras.
- **Centros de investigación:** Diversos centros de investigación ambiental y *think tanks* enfocados en temas ambientales, energéticos y mineros pueden contribuir con análisis científicos, modelos de evaluación de impacto, evaluación de tecnologías limpias y evaluaciones de riesgo climático en la industria minera. Los ejemplos incluyen el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), el Centro

de Investigación y Desarrollo en Recursos y Ambientes Costeros (i-mar), Centro de Minería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Centro de Investigación en Minería Sustentable (CIMS), Centro de Energía y Desarrollo Sustentable (CEDS), *Advanced Mining Technology Center* (AMTC), y Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería (CICITEM).

- **Sociedad civil:** Organizaciones no gubernamentales (ONG), Organizaciones no lucrativas (ONL), Asociaciones de ciudadanos, sindicatos, colegios profesionales, barrios y asociaciones vecinales, clubes sociales, grupos religiosos, mujeres y hombres interesados en participar del proceso.