




POLÍTICA  
NACIONAL  
MINERA  
2050

 #PolíticaNacionalMinera #2050

## **Minería Verde – PNM 2050**

**Nicola Borregaard**

Borrador para la discusión

## Contenido

I.	Breve diagnóstico	4
II.	Desafíos y objetivos estratégicos del eje y sus metas (2030 y 2050).	7
a.	Minería, Recursos Hídricos y Adaptación al Cambio Climático:	7
b.	Minería y biodiversidad	10
c.	Pasivos Ambientales Minero (PAM) y relaves mineros	13
d.	Minería y mitigación del cambio climático	15
e.	Minería y emisiones locales	21
f.	Institucionalidad y normativa ambiental	23
g.	Inserción virtuosa del sector minero en la economía mundial baja en carbono	25
III.	Iniciativas priorizadas	29
a.	Minería, recursos hídricos y adaptación al cambio climático	29
i.	Elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático en el sector minero	29
j.	Sistema de monitoreo permanente y colaborativo, entre entidades públicas y privadas, de la seguridad hídrica de cada cuenca	29
ii.	Optimización de abastecimiento de agua en la minería, bajo sustentabilidad integral	30
iii.	Gestión de impactos ambientales del sector minero en hidrología de las cuencas y en el mar	32
iv.	Eficiencia en el uso del recurso hídrico	33
v.	Marco regulatorio y leyes:	34
b.	Minería y biodiversidad	35
i.	Estrategia para la prevención de impactos desde el diseño de un proyecto	35
ii.	Metodologías para la reparación y compensación de biodiversidad de los proyectos mineros	36
iii.	Contribuir a la institucionalidad de biodiversidad	37
c.	Pasivos Ambientales Mineros (PAM) y relaves mineros	38
i.	Monitoreo en línea y transparencia de PAMs y relaves activos	38
ii.	Adecuar y generar normas, estándares e incentivos para la operación segura, confiable y virtuosa de relaves activos	39
iii.	Gestión activa de depósitos de relaves y faenas mineras abandonadas	40
iv.	Implementación de la economía circular en la industria minera	42
v.	Impulsar la investigación y análisis para crear o adaptar nuevas tecnologías que permitan avanzar hacia una minería sustentable	44

vi.	Marco regulatorio y leyes	45
d.	Minería y mitigación del cambio climático	45
i.	Energías renovables y eficiencia energética	45
ii.	Gestión de emisiones GEI	47
e.	Minería y emisiones	48
i.	Gestión de las emisiones de las fundiciones y operaciones mineras	48
f.	Institucionalidad y normativa ambiental	49
i.	Contribuir al fortalecimiento institucional ambiental	49
g.	Inserción virtuosa del sector minero en la economía mundial baja en carbono	50
i.	Liderar o patrocinar una iniciativa de sistema de certificación y/o trazabilidad de sustentabilidad, especialmente ambiental	50
ii.	I+D+i para promoción de tecnologías bajas en carbono	51
<hr/>		
IV.	Esquema de gobernanza	52

## I. Breve diagnóstico

La sustentabilidad ambiental en la minería es un tema que tiene múltiples facetas, desde los ecosistemas e impactos ambientales para las comunidades aledañas, hasta aspectos ambientales nacionales y globales y requerimientos de metales y minerales para una economía baja en carbono. La relación entre las operaciones mineras y el medio ambiente se produce no solamente como impactos unidireccionales desde los procesos mineros hacia su entorno local, sino como una interacción permanente a nivel local, nacional y global.

Entendemos que una minería que impulsa un desarrollo ambiental sostenible gestiona sus riesgos e impactos, buscando contribuir a la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos locales y colaborando a crear una economía cero carbono. Contribuye a satisfacer las necesidades del presente de manera responsable y con ello, que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades. Asume compromisos para enfrentar el desafío del cambio climático, la preservación y recuperación de la biodiversidad, la seguridad hídrica, la salud de los ecosistemas y los servicios que éstos proveen, desafíos fundamentales para el bienestar de las personas. Además, una minería sustentable ambientalmente identifica las oportunidades y previene las presiones que pueden generarse desde las mismas tendencias de un mundo descarbonizado y las tecnologías más intensivas en metales y minerales que éste implica.

Para ello, propicia el fortalecimiento y modernización de las normas, estándares, indicadores y procedimientos ambientales nacionales e internacionales, así como las capacidades instaladas en el Estado y las empresas para asegurar su fiel cumplimiento. Además, el sector minero estimula la mejora continua de su desempeño ambiental a través de innovación y adopción tecnológica, estándares y prácticas de vanguardia que, junto con reducir sus impactos ambientales, generan valor económico, social y ambiental, en cada una de sus etapas, incluyendo el cierre de las faenas.

Los efectos negativos que ha habido en el pasado, relacionado con operaciones mineras en ámbitos tales como la contaminación atmosférica relacionada con las fundiciones, la sobreexplotación hídrica en seleccionadas cuencas, el vertimiento de efluentes tóxicos, los pasivos ambientales generados por el abandono de tranques de relave, además de la relevancia de las operaciones mineras en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), han generado presión por fomentar prácticas y negocios más sustentables. En Chile los conflictos ambientales relacionados con la minería han sido comunes y están lejos de haber sido eliminados por la Ley de Bases de Medio Ambiente y sus instrumentos. Casos emblemáticos históricos son la fundición de Ventanas y la mina Salvador, pero también más recientemente sigue habiendo conflictos relevantes relacionados con numerosas operaciones mineras.

Se están produciendo cambios a todo nivel y en cada etapa de la cadena de valor de la minería, acompañados por nuevas regulaciones ambientales gubernamentales, consideraciones estratégicas, requerimientos de los inversionistas que demuestran una preocupación creciente por los riesgos ambientales, tanto físicos concretos, como regulatorios y de percepción social, así como por oportunidades del mercado que implican ver la preocupación por el medio ambiente como una ventaja competitiva.

Desde hace un tiempo ha habido un llamado por construir una visión más integral y un entendimiento de la inserción de la minería en el ecosistema con las interacciones que esto implica a todo nivel - cultural, biodiversidad y recursos básicos como el agua y energía.

En esta transición, para trabajar los temas de una manera más integral, se han generado recientemente diversas iniciativas más holísticas, incluyendo tanto internacionales como nacionales. Estas apuntan a generar visibilidad y trazabilidad de la gestión y el desempeño ambiental de las operaciones mineras y la cadena productiva. Entre las iniciativas internacionales destaca por ejemplo el Copper Trade Mark. Este sistema de certificación, que fue lanzado en abril

de 2019, es producto de una colaboración entre la Bolsa de Metales de Londres y la International Copper Association. Apunta a garantizar la producción responsable del cobre mediante la evaluación del desempeño de las minas y refinerías de cobre basados en los criterios de producción responsables y la verificación de la ejecución de éstos.<sup>1</sup>

Mientras que por un lado el trabajo en los temas de la contaminación ambiental local es primordial y tiene que ser resguardado como un deber de responsabilidad básica, crecientemente la gestión eficiente de los recursos y materiales se ha perfilado con gran claridad como otro eje fundamental para el desarrollo ambientalmente responsable del sector minero. De ahí que se ha empezado a hablar de economía circular y Minería Verde, concepto holístico que promueve la eficiencia en materiales, hídrica, y energética para reducir la huella ambiental a lo largo de la cadena de producción minera y metálica, abarcando las temáticas de productividad; gestión del agua; gestión de desechos; eficiencia energética; economía circular; cambio climático, y emisiones.<sup>2</sup> La economía circular en la minería puede aplicarse en el nivel empresa, área de la mina, y la cadena de valor de los minerales. Se refiere a la reducción, la reutilización y el reciclaje en temas tales como la reducción y la reutilización de aguas residuales o la recuperación de los metales valiosos de los tranques de relave.

El concepto de la minería verde ha sido adoptado en diferentes países, incluyendo específicamente Canadá y Finlandia. Finlandia inició el trabajo en torno a este concepto en 2011 dentro de su estrategia de política de largo plazo como un tema de investigación e innovación, y el gobierno de Canadá<sup>3</sup> siguió estos pasos y ha definido como uno de sus ejes de trabajo la innovación en Minería Verde.<sup>4</sup>

Entre las iniciativas nacionales en esta línea de trabajo más holística, destaca lo que ha hecho CODELCO en el marco del Proyecto “Cobre Responsable”, apuntando a generar trazabilidad para los cátodos de cobre, midiendo el impacto de la producción de cátodos con 76 indicadores distribuidos en 8 dimensiones, los cuales se encuentran alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Las dimensiones abarcadas por este proyecto son: salud y seguridad ocupacional, inclusión e igualdad de oportunidades, respeto por los derechos humanos, transparencia, ética y cumplimiento, impacto en comunidad y territorio, huella de agua, energía y huella de carbono y huella de otras emisiones.<sup>5</sup>

Como ningún otro tema es importante destacar el tema de cambio climático, el cual pone de manifiesto las interrelaciones entre el sector minero y su entorno en su conjunto, no solamente físico, sino también socioeconómico. Los desafíos están por un lado en lo que implica la crisis climática, y por el otro en la necesidad de transición hacia una economía de cero emisiones o emisiones netas negativas. En el sector minero, se generan tres ejes de trabajo a partir de la crisis climática: el primero relacionado con los escenarios de escasez hídrica progresiva en las zonas mineras que implican una presión creciente sobre el entorno, los ecosistemas, la biodiversidad, la necesidad de búsqueda urgente de soluciones tecnológicas, de gestión, de relacionamiento y de asociatividad; el segundo relacionado con la innovación, transferencia y aplicación de nuevas tecnologías dirigidas a la reducción de emisiones; y el tercer eje, relacionado con los escenarios de política y regulación de emisiones que conducen al desarrollo de tecnologías bajas en emisiones

<sup>1</sup> Fuente: <https://coppermark.org/>

<sup>2</sup> Ver por ejemplo Pekka A. Nurmi (2017), *Green Mining - A Holistic Concept for Sustainable and Acceptable Mineral Production. De acuerdo con Joshua Kirkey, Asesor de Comunicaciones del Natural Resources Canada, “La Minería Verde se define como las tecnologías, las buenas prácticas y los procesos de minería que se aplican como medio para reducir los impactos ambientales a asociados a la extracción y el procesamiento de metales y minerales.”*

<sup>3</sup> El Natural Resources Canada corresponde al ministerio de Canadá encargado de los recursos naturales, la energía, los minerales y metales, las ciencias de la tierra, la cartografía y la teledetección.

<sup>4</sup> <https://www.nrcan.gc.ca/mining-materials/mining/green-mining-innovation/8178> - En el anexo ...se presenta lo que hace el gobierno de Canadá en esta línea, así como algunas iniciativas por parte de empresas individuales relacionadas con la innovación y una mirada de largo plazo en sustentabilidad ambiental.!

<sup>5</sup> En el marco de su Plan Maestro de Sustentabilidad Codelco tuvo como objetivo tener el 5% de sus cátodos bajo el régimen de cobre trazable, y en 2018 la división Gabriela Mistral se convirtió en la primera minera de cobre del mundo en producir cátodos trazables.

especialmente en los sectores de transporte y energía, abriendo nuevos mercados y mayores niveles de uso de diferentes minerales y metales. La iniciativa Climate Smart Mining, que fue lanzada en 2019 por el Banco Mundial, genera el vínculo entre los escenarios de un desarrollo bajo en carbono con el uso de metales y minerales, esenciales para expandir el uso de tecnologías limpias, como el viento, energía solar y baterías para vehículos eléctricos, y las implicancias ambientales y en términos de sustentabilidad de la mayor explotación de los minerales y metales. La iniciativa busca que los países en desarrollo ricos en recursos minerales se beneficien de éstos y los gestionen de manera sostenible.<sup>6</sup>

El cambio climático no es solo un eje de la temática de sustentabilidad ambiental, sino un ancla fundamental para la orientación del futuro y el éxito de la política minera de largo plazo.

Para desarrollar una minería ambientalmente sustentable, con una visión de mediano y largo plazo, diferentes países han integrado el tema de la gestión ambiental en sus políticas mineras como uno de los ejes relevantes. En el caso de Canadá, la trayectoria de su política minera refleja la transición de los temas ambientales desde una visión compartamentalizada hacia una visión más holística, transando por ejemplo en residuos hacia una visión de economía circular, y en emisiones hacia una visión de economía baja en carbono.<sup>7</sup>

Otro país con política minera explicitada en documento es Finlandia. Esta política enfatiza los ejes de soluciones para los desafíos de la cadena de minerales mundial, la mitigación del impacto ambiental, la eficiencia en el uso de materiales y energética, y la promoción de negocios ambientales a través de la cooperación entre pequeñas y medianas empresas y los institutos de investigación. En el caso de Australia no hay una política de Estado, sino una Estrategia de largo plazo de la industria, la cual contempla en la parte ambiental los temas de la gestión de los recursos hídricos, biodiversidad, gestión de cambio climático y permisos ambientales. El Foro Intergubernamental Minero por su parte, publicó su Marco Estratégico en 2013, incluyendo en la parte ambiental la gestión del agua, Biodiversidad, Gestión de desechos y relaves mineros, y Programas de preparación para emergencias.<sup>8</sup>

Los ejes específicos de lo que contiene la política en torno a la sustentabilidad ambiental dependen del contexto geográfico, socioeconómico y cultural de cada país, y también ciertamente del tipo de metales y minerales presentes.

Al mismo tiempo que mirar los temas ambientales en sí, éstos se insertan en un contexto cultural y socioeconómico histórico y tienen que ser tratados en este contexto. Destacan en este sentido al menos tres aspectos de gran relevancia para Chile: el primero es la interrelación entre las operaciones mineras y las comunidades de pueblos originarios, el segundo es la trascendencia creciente de la sociedad de información, y el tercero es la velocidad del cambio tecnológico. A pesar de tener secciones especiales por separado en esta política, se requiere destacar las interacciones, la interrelación y la influencia de estos temas en la priorización y la manera de enfrentar los aspectos ambientales. Por ejemplo, en una sociedad de información, de transparencia y de participación de uso intensivo de las tecnologías de la información y la comunicación, de una destacada ansiedad de las personas por saber más sobre su entorno, combinado con una exposición alta frente a la desinformación o información manipulada, el contar con herramientas y plataformas de información creíbles sobre los temas ambientales de preocupación de la

<sup>6</sup> Como destaca el informe “With respect to mineral-rich developing countries, it is evident that Latin America is in a relatively strong position to become a “supplier” for the global climatefriendly energy transition, with Brazil, Chile, Argentina, and Peru being the best positioned countries. Particular metals for which Latin America holds a key strategic advantage include copper, iron ore, silver, and lithium. También destaca la importancia de opciones tecnológicas intratecnológicas, por ejemplo en el tema solar: “For solar, it is a matter of the choice between different types of solar photovoltaic cells. For example, aluminum and copper feed different solar technologies, with real consequences for these metals’ prospective markets over the next few decades. Y en el área de transporte: “However, it is in the area of transportation that the impacts on particular metals’ future markets is probably most pronounced. The current three options of electric (lithium), hybrid (lead), and hydrogen (platinum) each have their own particular metal needs.

<sup>7</sup> Canadá generó su primera Política de Minería y Metales en el año 1996 y su nueva política en 2019.

<sup>8</sup> Ver tabla anexo para los aspectos específicos incluidos.

ciudadanía, se vuelve primordial. En la misma línea, la orientación hacia el tema de la sustentabilidad ambiental de cambios tecnológicos cada vez más rápidos y sistémicos tiene que ser no solamente aprovechada al máximo a favor de la reducción de costos para el uso de materiales e insumos sino también directamente apropiada para generar negocios nuevos en la cadena de valor de los minerales y metales. En Chile se genera un círculo virtuoso muy especial entre la presencia de metales como el litio y el cobre, dos elementos esenciales para la economía baja en carbono en base a energías renovables y eficiencia energética, por su relación con la producción de celdas fotovoltaicas, baterías, y conducción en vehículos eléctricos entre otros, y el enorme potencial de la energía solar, con la mayor radiación solar del mundo en las zonas norte del país.

En los lineamientos y acciones de la política en este eje de sustentabilidad ambiental destaca la relevancia de numerosas acciones de responsabilidad mancomunada de varios ministerios, y que no dependen del sector minero en primer lugar. Al mismo tiempo, por su gran relevancia e impacto en algunos de estos temas que son transversales, el Ministerio de Minería asumirá un rol más activo para contribuir con información desde el sector para generar soluciones lideradas por la autoridad competente. Esta situación es especialmente relevante en la gestión del recurso hídrico.

## II. Desafíos y objetivos estratégicos del eje y sus metas (2030 y 2050).

### a. Minería, Recursos Hídricos y Adaptación al Cambio Climático:

El Foro Económico Mundial advierte que la crisis mundial del agua es uno de los tres principales riesgos mundiales. La presión demográfica, el ritmo de desarrollo económico, la urbanización, contaminación y pérdida indiscriminada de agua debido a una mala gestión, están ejerciendo una presión sin precedentes sobre la principal fuente de vida del planeta. La agravante más relevante la constituye el cambio climático.

Chile no está ajeno a esta crisis hídrica mundial. Según estimaciones del WRI<sup>9</sup> (2018), Chile ocupa el lugar 18 entre los países con más riesgo de una crisis del agua, calificado con riesgo alto. La agudización de la situación en años recientes se refleja en el último Balance Hídrico Nacional de la Dirección General de Aguas (DGA) que indica que la disponibilidad de agua ha disminuido hasta en un 37% en algunos sectores del país y las precipitaciones se han ido reduciendo gradualmente en todo el país en comparación con 1987, año en que se realizó el balance anterior. La disminución de un 37% en el suministro de agua corresponde a la zona central del país entre el Aconcagua y el Maule, y detalla que las precipitaciones a nivel nacional han disminuido en un 30% desde la última medición (DGA, 2017). El estrés hídrico en la zona norte del país, con mayor presencia de operaciones mineras, se manifiesta en que no se cuenta con disponibilidad para el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de agua<sup>10</sup>.

Si bien la información sobre aguas subterráneas es escasa y poco precisa, ésta presenta una tendencia significativa a la disminución en los niveles de pozos, reduciendo el almacenamiento subterráneo en las cuencas, principalmente en la zona centro- norte del país<sup>11</sup>. De acuerdo con la información disponible, 110 acuíferos importantes del país, en su mayoría entre las regiones de Antofagasta y la Metropolitana, se encuentran con una demanda comprometida superior a su recarga natural.

<sup>9</sup> World Resources Institute, Water Risk Atlas 2019

<sup>10</sup> Atlas del Agua: Gestión del Agua, DGA 2016 y 2017

<sup>11</sup> "Radiografía del Agua" (Escenarios hídricos 2030)

El efecto del cambio climático en la zona central y norte del país está agravando estas presiones sobre la situación hídrica en estos ecosistemas ya estresados. En la zona centro y norte del país, donde están albergados los principales yacimientos mineros, se pronostica mayor calentamiento que el aumento de temperatura promedio pronosticado. En cuanto a precipitaciones, se proyecta una disminución de entre el 5% y el 15% para la zona comprendida entre las cuencas de los ríos Copiapó y Aysén. También se proyecta un aumento en la frecuencia de los eventos climáticos extremos.<sup>12</sup>

Los efectos del Cambio Climático y la sobreexplotación de las fuentes de agua no solo causan la escasez hídrica, sino también están dañando los ecosistemas hídricos y la biodiversidad, lo que son importantes proveedores del recurso. El comportamiento de nuestros ecosistemas depende de una compleja y frágil relación entre los recursos hídricos, el comportamiento climático, la biodiversidad y las intervenciones antropogénicas, razón por la cual estos elementos y las interacciones deben ser mirados en su conjunto.

La industria minera no está ajena al impacto que producen los eventos climáticos; precipitaciones extremas, aluviones, escurrimientos, sequía o escasez en los recursos hídricos, entre otros, han afectado infraestructuras y, en consecuencia, la continuidad operacional de las faenas mineras, además de la seguridad de los trabajadores que operan en ellas.

Lo que respecta del consumo de agua de la minería, si bien el uso del agua dulce en la industria minera representa sólo el 3,8 % del suministro de agua dulce de Chile (Escenarios Hídricos 2030, 2018), muchas de las concesiones y operaciones mineras se ubican en zonas donde la escasez de agua es un factor limitante para el desarrollo regional. La gestión del abastecimiento y uso de agua relacionado con la minería en este sentido no es solamente un tema interno de cada minera, incluyendo el reciclaje y reuso de agua, así como la eficiencia en el uso del recurso, sino es también un tema de la participación del sector en la gestión de las cuenca hidrográficas en las que está presente. En tres regiones el consumo de la gran minería constituye más que el 10% del consumo total: Antofagasta 50%, Tarapacá 17%, Atacama 12% (Consejo Minero, Plataforma de Agua, 2020, cifras del 2018). Según información de COCHILCO (2018), se observa que el consumo de agua de origen continental alcanzó los 13,26 m<sup>3</sup>/s, por su parte, el agua de mar fue de 3,16 m<sup>3</sup>/s y el agua recirculada fue de 38,07 m<sup>3</sup>/s, lo que en total suma 54,5 m<sup>3</sup>/s de agua para la minería. La mayor fuente de extracción proviene de agua de origen subterráneo, que constituyen el 41%, por otro lado, el agua de origen superficial alcanza el 33% del agua extraída, las de origen marino llegan al 19% y aquellas aguas adquiridas a terceros representan el 7%. El principal proceso donde se utiliza el agua es en la concentración de minerales. En los últimos años, la búsqueda de opciones para enfrentar la estrechez hídrica ha llevado a las empresas a privilegiar la construcción de plantas desalinizadoras y/o el uso de agua de mar directamente en los procesos<sup>13</sup>. Según cifras de COCHILCO (2018)<sup>14</sup>, la estimación de consumo total de agua de origen continental esperada al 2029 alcanza los 14,53 m<sup>3</sup>/s, lo que representa un aumento de un 12% respecto al consumo esperado para el 2018. Para el caso del agua de mar se espera que el consumo de agua de mar en 2029 alcance el 43% del agua total requerida en la industria minera del cobre, pues son cada vez más las mineras que se suman a la construcción de sus propias plantas desaladoras o agua de mar directa para enfrentar las limitaciones de agua, en la medida que esto sea factible tanto técnica como económicamente, representando un aumento del 230% respecto al valor esperado para el 2018. También es importante mencionar que en los próximos años la matriz de producción se intensificará en el procesamiento de minerales sulfurados, proceso que es más intensivo en el

<sup>12</sup> Ver Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente (2017) Se ha estimado que por ejemplo la tasa de recurrencia de una megasequía, que estaba a casi 100 años entre 1950 y 2000, estaría a un poco más de 25 años para el período de 2050 y 2100. Fuente: Garreaud y otros, 2015, con datos del Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5-WCRP), citado en Tercera Comunicación Nacional.

<sup>13</sup> "Consumo de agua en la minería del cobre al 2017", COCHILCO 2018.

<sup>14</sup> "Proyección de consumo de agua en la minería del cobre 2018-2029", COCHILCO 2018.



uso de agua. Dada la situación de escasez hídrica, la constitución de derechos de uso de agua hace tiempo que está lejos de ser una garantía de abastecimiento de agua.

Con relación a la calidad del agua en el informe “Radiografía del Agua” (Escenarios Hídricos 2030), el Índice de Calidad de Aguas Superficiales muestra que las regiones del Norte, principalmente Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta se caracterizan por poseer una tendencia generalizada a una calidad insuficiente para diferentes usos. Esto es particularmente importante para la industria minera, que podría afectar la calidad del agua por intermedio de las aguas de contacto (en rajos, minas subterráneas, botaderos, etc.), infiltraciones (por ejemplo, desde depósitos de relaves) y también accidentales descargas directas. Hoy, la mayor parte de la actividad minera del país se presenta en cuencas que no cuentan con norma secundaria de calidad ambiental de aguas. De las cinco normas actualmente vigentes, la única que cuenta con actividad minera significativa es la del Río Maipo.

En algunas regiones y cuencas relevantes para la minería se ha avanzado con el levantamiento de información territorial, de calidad y de cantidad de agua.<sup>15</sup> Se requiere que este levantamiento de datos sea periódico y de acceso público permanente.

Problemas y conflictos que han surgido en torno al uso del agua son numerosos y prácticamente ninguna operación minera está exenta de éstos<sup>16</sup>. Faenas en entornos desérticos, en ecosistemas de salares, que implican el uso de agua subterránea que requiere información exhaustiva sobre el funcionamiento de la cuenca hidrológica, faenas que afectan entornos glaciares son las más complejas. La desalación, que implica grandes cantidades de salmueras, una descarga concentrada hipersalina, es un desafío ambiental creciente adicional que se ha generado en torno a los recursos hídricos para las operaciones mineras. Es importante mencionar también que en los próximos años la matriz de producción se intensificará en el procesamiento de minerales sulfurados, proceso que es más intensivo en el uso de agua.

Los objetivos estratégicos y metas 2030 y 2050 de la minería en este tema consisten en:

1. Elaborar e implementar un Plan de Adaptación para el Sector Minero
  - a. Meta 2022: Haber elaborado el Plan
  - b. Meta 2030: Haber actualizado de forma permanente el Plan y haber monitoreado los avances
2. Proporcionar información pública sobre el uso del recurso hídrico, el estado de los recursos hídricos en sus territorios de concesión, y la influencia que tiene la minería sobre el recurso hídrico
  - a. Meta 2030: Plataforma completa disponible
  - b. Meta 2050: Plataforma evolucionada al ritmo de innovación en TICs
3. Abastecer las operaciones de manera segura y sustentable con el recurso hídrico
  - a. Meta 2030: Haber aplicado contabilidad hídrica, así como la guía práctica para la gestión del agua en áreas de captación para la industria minera y metalúrgica de ICMM, a través de la cual se analiza y opta por un abastecimiento hídrico de mínimo impacto ambiental a un 100% de las operaciones de la gran minería, y un 50% de las operaciones de la mediana minería

<sup>15</sup> Ver por ejemplo para el caso de Atacama: [https://goreatacama.gob.cl/wp-content/uploads/2019\\_03\\_28\\_7\\_Sistema\\_Cuencas\\_Hidrogr%C3%A1ficas.pdf](https://goreatacama.gob.cl/wp-content/uploads/2019_03_28_7_Sistema_Cuencas_Hidrogr%C3%A1ficas.pdf)

<sup>16</sup> Ver por ejemplo <http://www.derechoalagua.cl/mapa-de-conflictos/>

- b. Haber participado en las instancias nacionales y a nivel territorial para la gestión integrada de cuencas, empezando por los informes de evaluación de alternativas de abastecimiento hídrico
  - c. Meta 2050: Haber aplicado contabilidad hídrica a través de la cual se analiza y opta por un abastecimiento hídrico de mínimo impacto ambiental a un 100% de las operaciones mineras
4. Eficientizar el consumo de agua fresca en sus procesos, aumentar la eficiencia hídrica fortaleciendo una lógica circular en su uso y procesos más eficientes
- a. Meta 2030: Reducir el coeficiente unitario de uso de agua continental en un 15%, incrementando otras fuentes sustentables de agua, incluyendo entre otros, la recirculación y el reciclaje
  - b. Meta 2050: Reducir el coeficiente unitario de uso de agua continental en un 15%, incrementando otras fuentes sustentables de agua, incluyendo entre otros, la recirculación y el reciclaje

b. Minería y biodiversidad

La conciencia sobre el valor de la biodiversidad para el bienestar de las poblaciones humanas, y sus actividades asociadas ha aumentado en los últimos años, así como la constatación de que su degradación es uno de los mayores problemas globales que enfrenta el mundo. La biodiversidad, los recursos hídricos y el cambio climático son tres variables que conforman un conjunto inextricable cuando miramos nuestros ecosistemas. Para resguardar la salud del ecosistema tenemos que avanzar en los tres frentes, razón por la cual el eje de la biodiversidad se debe trabajar en paralelo al eje de los recursos hídricos y la adaptación al cambio climático. La conservación de la biodiversidad precisa ser difundida e internalizada en toda la sociedad, especialmente en el sector productivo. En 1992 las Naciones Unidas crean el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), en la Cumbre de Río. El 2010, la Conferencia de las Partes (COP) de la CBD aprobó el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica, que proporcionó una hoja de ruta para el decenio sobre la Diversidad Biológica (2011–2020) y un marco mundial de acción sobre la diversidad biológica dentro del sistema de las Naciones Unidas y los acuerdos medioambientales conexos. Este plan fue complementado el año 2016, con la realización del estudio “Perspectivas locales sobre la diversidad biológica” el cual presenta la mirada y experiencias de los pueblos indígenas y las comunidades locales en lo que se refiere al Plan Estratégico.

Si bien este Plan incorporaba lineamientos asociados a la industria minera, no fue hasta el año 2018, con la COP14 de la CBD, donde se posicionó como eje central la iniciativa de alentar a las Partes a través de 18 lineamientos de acción, la “Integración de la diversidad biológica en los sectores de energía y minería, infraestructura, manufactura y procesamiento”. Entre otros, se sugiere incluir enfoques para conservar, mejorar y utilizar de manera sostenible la diversidad biológica y las funciones y los servicios de los ecosistemas en sus decisiones iniciales de inversión, aplicando para ello evaluaciones ambientales estratégicas, la planificación territorial integrada y otras herramientas disponibles, incluyendo la evaluación de posibles alternativas a tales inversiones.

Al mismo tiempo, existe una serie de otras Convenciones relevantes para la protección de la biodiversidad que Chile ha suscrito, especialmente la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES, el Convenio sobre Humedales de Importancia Internacional como Hábitat de Aves Acuáticas, Ramsar, y ligado a esto, la Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias. Estos se interrelacionan con el CBD y son relevantes en las zonas de operaciones mineras. Numerosos salares cercanos a la minería,

incluyendo entre otros el Salar de Atacama y el Salar de Huasco, son sitios Ramsar. De especial relevancia ecológica es la zona central de Chile, la cual concentra una biodiversidad de alto valor global, dada su singularidad, además de encontrarse con grandes amenazas dado que concentra gran parte de la población chilena y sus actividades productivas asociadas, incluyendo la minería.

La industria minera se enfrenta a desafíos estratégicos en relación con sus potenciales impactos y es por esto que la adopción de prácticas responsables sobre la gestión de conservación de la biodiversidad es cada vez más importante. Chile cuenta con la “Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030”, un instrumento de política pública que establece los principales lineamientos estratégicos y metas nacionales en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad al 2030. Ésta se articula en 5 objetivos: promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano; desarrollar la conciencia, el conocimiento y la participación de la ciudadanía en el resguardo de la biodiversidad como fuente de bienestar; proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; fortalecer la institucionalidad y buena gobernanza, e integrar objetivos de biodiversidad en otros instrumentos sectoriales, generando un marco orientador que articule los principales desafíos del país en este ámbito. El Sexto Informe Nacional de Biodiversidad, del 2018, en relación al sector minero pone énfasis en la presión que significa sobre los recursos hídricos en las zonas norte del país y cómo esto afecta a la biodiversidad, no sólo la propia de los ecosistemas acuáticos, sino la de los ecosistemas terrestres y costero que dependen de ella.

A nivel internacional, el Foro Inter-gubernamental sobre Minería, Minerales, Metales y Desarrollo Sostenible (IGF) menciona en su Política Minera<sup>17</sup> que las empresas mineras deben presentar programas de gestión ambiental durante el proceso de concesión de permisos, y deben identificar, vigilar y abordar los riesgos y efectos potenciales del ciclo de vida de la minería en la biodiversidad. También el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) aprobó en el 2003 un conjunto de principios de desarrollo sostenible y comprometió a sus miembros corporativos a medir el rendimiento según tales principios, y publicó en 2005 la Guía de Buenas Prácticas para la minería y la biodiversidad. En este contexto, algunas empresas chilenas mineras hacen suyo el reconocimiento internacional del ICMM respecto de la importancia de identificar el efecto de las diversas etapas operativas sobre la biodiversidad en las tres principales fases de los proyectos mineros: el desarrollo del proyecto, las operaciones, y el cierre de minas.

En Chile, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es el encargado de evaluar los impactos de los proyectos sobre el medio ambiente y determinar la validez de las medidas propuestas en el Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación de cada proyecto. Este Plan debe asegurar que los impactos previstos sobre la biodiversidad sean objeto de medidas aplicadas en una secuencia jerárquica, donde se debe priorizar que éstos sean mitigados (prevenidos o minimizados), luego reparados, y como último recurso, compensados. Lo anterior, se encuentra en sintonía con una guía práctica publicada en 2015 por la Iniciativa Intersectorial de Biodiversidad (CSBI). Esta guía<sup>18</sup> establece un marco de trabajo diseñado para ayudar a los desarrolladores a limitar los impactos negativos de proyectos de desarrollo sobre biodiversidad mediante una jerarquía basada en “evitar”, “minimizar”, “restaurar” y “compensar”, desde las etapas iniciales de diseño y planificación de un proyecto y en toda la vida útil del proyecto.

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución<sup>19</sup>. Es relevante tomar en cuenta que la mayor factibilidad de mitigar impactos ocurre durante la fase de diseño del proyecto, cuando éste considera aspectos ambientales relevantes en el diseño preliminar y en el de detalle, es decir, previo al ingreso al SEIA. En

<sup>17</sup> IGF (2013), Mining Policy Framework: mining and sustainable development [En línea] <https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2018/08/MPF-EN.pdf>

<sup>18</sup> Cross Sector Biodiversity Initiative (2015), A cross-sector guide for implementing the mitigation hierarchy [En línea] <http://www.csbi.org.uk/wp-content/uploads/2017/10/CSBI-Mitigation-Hierarchy-Guide.pdf>

<sup>19</sup> Ref. artículo 98 del Reglamento del SEIA.

caso de que demostradamente no sea posible mitigar los impactos, deberán aplicarse medidas de restauración y/o compensación. De este modo, las medidas de reparación<sup>20</sup> tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas. Mientras que las medidas de compensación<sup>21</sup> buscan producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado y solo pueden ser aplicadas en los casos en que no sea posible mitigar o reparar un impacto significativo. Hay que considerar que no todos los impactos sobre la biodiversidad son factibles de ser compensados de forma apropiada, de lo que se desprende que un impacto no factible de ser evitado ni compensado, podría ser causal de rechazo de un proyecto en el SEIA.

Estos conceptos están recogidos en la “Guía para la Compensación de Biodiversidad en el SEIA”, publicada por el SEA en 2015, herramienta para incorporar el diseño de medidas de compensación apropiadas a los proyectos que se someten al SEIA y que generan impactos significativos a la biodiversidad. Esta guía indica que la regulación nacional vigente es consistente con un objetivo de Pérdida Neta Cero de Biodiversidad<sup>22</sup>, obtenida mediante la aplicación de la jerarquía de mitigación y compensaciones apropiadas.

Aún se requiere mayor información sobre la biodiversidad en zonas de operaciones mineras, así como criterios unificados para su valoración y priorización. No obstante, si bien muchas operaciones mineras se distribuyen en ecosistemas que han sido evaluados como “De Preocupación Menor”, también hay parte importante de la zona de interés minero que coincide con ecosistemas clasificados como “Vulnerables”<sup>23</sup>. Al mismo tiempo, se destaca la presencia importante de humedales, con dos de las regiones mineras, Arica y Parinacota y Antofagasta como la tercera y cuarta región más importantes a nivel país en términos de presencia de humedales.

Los objetivos estratégicos y metas 2030 y 2050 de la minería en este tema consisten en:

1. Maximizar la prevención y minimización de efectos sobre la biodiversidad desde las etapas de diseño de los proyectos.
  - a. Meta 2030: un 50% de los proyectos ingresados al SEIA bajo un EIA cuentan con un Análisis Estratégico de Sostenibilidad Territorial<sup>24</sup> o similar
  - b. Meta 2050: un 100% de los proyectos ingresados al SEIA bajo un EIA cuentan con un Análisis Estratégico de Sostenibilidad Territorial o similar
2. Generar metodologías estandarizadas de reparación y compensación para guiar las acciones de compensación en los proyectos mineros.
  - a. Meta 2030: un 100% de los proyectos que ingresan al SEIA aplican la Guía SEA del enfoque de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero

<sup>20</sup> Ref. artículo 99 del Reglamento del SEIA.

<sup>21</sup> Ref. artículo 100 del Reglamento del SEIA.

<sup>22</sup> La pérdida neta cero de biodiversidad constituye el eje central de la compensación apropiada de biodiversidad. Se refiere a que el efecto adverso identificado (pérdida de biodiversidad) residual sea equivalente al efecto positivo generado por la medida de compensación (ganancia de biodiversidad), tal como lo señala el artículo 100 del Reglamento del SEIA, promoviendo una pérdida neta nula en biodiversidad como resultado de la implementación de proyectos o actividades de desarrollo.

Esto se encuentra alineado con la Meta 2035 “Los proyectos energéticos que entran en operación consideran el enfoque de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero” de la Política Energética del Ministerio de Energía.

<sup>23</sup> Según el informe Aplicación de los Criterios de la Unión Internacional para La Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la Evaluación de Riesgo de los Ecosistemas Terrestres de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, de 2015.

<sup>24</sup> El Análisis Estratégico de Sostenibilidad Territorial, propuesto por Valor Minero, se aplica en etapas tempranas de los proyectos y tiene por objetivo generar un marco de información estratégica para la inserción de los proyectos en el territorio, asegurando la identificación de los factores críticos, riesgos y oportunidades y la compatibilidad con los propósitos de desarrollo sustentable de los territorios.

3. Contribuir a fortalecer la institucionalidad de conservación de la diversidad biológica
  - a. Meta 2030: Haber aportado a nivel concreto a la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030

- c. Pasivos Ambientales Minero (PAM) y relaves mineros

Se entiende como Pasivo Ambiental Minero (PAM) a “las faenas mineras abandonadas, incluyendo sus residuos, que constituyen un riesgo significativo para la salud o seguridad de las personas o para el medio ambiente”<sup>25</sup>. Si bien no existe una definición precisa sobre el tipo de residuos e instalaciones que se consideran un PAM, generalmente se distinguen dos tipos: residuos mineros masivos y residuos industriales e instalaciones. El primero incluye los depósitos de relaves; botaderos de ripios lixiviados y botaderos de estériles y de baja ley, y depósitos de escorias. Mientras que el segundo tipo abarca minas rajo y minas subterráneas; instalaciones e infraestructura abandonada; neumáticos de maquinaria minera, y residuos industriales.

El principal desafío asociado a los PAM es la ausencia de un responsable que pueda gestionar los riesgos que éstos podrían constituir para la población, el medioambiente, otras actividades económicas y cambios en el entorno. La gestión adecuada de ellos se ha convertido en una gran preocupación para el sector minero. Actualmente, las principales normativas que regulan los depósitos de relaves mineros en el país son: el D.S. N° 248 del año 2007 del Ministerio de Minería, que regula el diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves, asegurando su estabilidad física y química, y El D.S. N° 132 del Ministerio de Minería que aprueba el Reglamento de Seguridad Minera.

Actualmente existe una preocupación a nivel internacional sobre la seguridad de las comunidades debido al riesgo que presentan los depósitos de relaves. Casos de colapsos de depósitos de relaves como “Mount Polley” en Canadá y “Sanmarco” en Brasil han aumentado esta preocupación, y han generado que instituciones como el ICMM exijan a sus miembros que gestionen de manera responsable sus minas. En la Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena<sup>26</sup> de Alta Ley, se identificó que los desastres ocurridos a nivel internacional en depósitos de relaves se deben a tipos de fallas como la erosión, inestabilidad de los muros e impacto de un gran sismo. En este contexto, el ICMM creó un marco diseñado en mejorar el enfoque en elementos clave de la gestión y la gobernanza de los relaves, a modo de minimizar la probabilidad de que ocurra otro accidente catastrófico.<sup>27</sup>

En Chile, existe un gran número de sitios mineros abandonados que no cuentan con un proceso de cierre adecuado y constituyendo un riesgo para la salud de las personas. De acuerdo a un catastro realizado por el SERNAGEOMIN en 2019, existen 104 tranques activos, 463 depósitos de relaves inactivos y 173 en situación de abandono.

En años recientes, el Estado ha buscado enfrentar el tema no solamente con normas de seguridad sino también mirando con mayor atención el valor potencial contenido en los depósitos. De esta forma se generó por ejemplo en 2015 el proyecto de Ley “Reforma constitucional sobre concesión de pasivos mineros” de iniciativa parlamentaria que aún se encuentra en revisión<sup>28</sup>. La norma tiene

<sup>25</sup> Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2015) [En línea] <https://www.bcn.cl/siit/actualidad-territorial-19-5-2015/pasivos-ambientales-minero-en-chile>

<sup>26</sup> Alta Ley (2019), Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena [En línea] [https://corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2019/12/ACTUALIZACION%CC%81N-HOJA-DE-RUTA-MINERIA-DEL-COBRE\\_2019.pdf](https://corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2019/12/ACTUALIZACION%CC%81N-HOJA-DE-RUTA-MINERIA-DEL-COBRE_2019.pdf)

<sup>27</sup> International Council on Mining and Metals [En línea] <https://www.icmm.com/en-gb/environment/tailings>

<sup>28</sup> Estado de tramitación disponible en: [https://www.camara.cl/pley/pley\\_detalle.aspx?prmID=10518&prmBoletin=10092-07](https://www.camara.cl/pley/pley_detalle.aspx?prmID=10518&prmBoletin=10092-07)

por finalidad poder concesionar la explotación de las sustancias minerales presentes en desmontes, relaves o escorias cuya concesión ha sido abandonada.

La gestión de relaves demanda constantemente mejoras continuas, por lo que resulta de vital importancia que el gobierno promueva el I+D a modo de impulsar el desarrollo responsable de la minería en el país. En años recientes, se han realizado esfuerzos en esta dirección. A partir de la Hoja de Ruta del Programa Alta Ley, impulsado por CORFO, la Fundación Chile junto a otros actores públicos y privados, ha desarrollado el programa “Tranque”, cuyo objetivo es contribuir a la operación segura y confiable de los relaves a través de herramientas que permitan monitorear aspectos clave relacionados con la estabilidad física del depósito y su potencial impacto en las aguas naturales circundantes.

En una mirada internacional, países como Canadá y Australia<sup>29</sup> han desarrollado políticas y planes enfocados en la recuperación y rehabilitación de sitios mineros y en casos más específicos, Canadá propone proporcionar un apoyo más específico al I+D y a la innovación que reduzca el consumo de agua y energía, y la producción de desechos de roca.<sup>30</sup> Mientras que Sudáfrica en su política<sup>31</sup> de 1998 ya mencionaba que la rehabilitación de minas abandonadas, que constituyan un riesgo para la comunidad o el medio ambiente, debían preverse mediante una reglamentación apropiada.

Dentro de las soluciones existentes para enfrentar los depósitos inactivos o abandonados, se encuentra el reprocesamiento y reutilización de los relaves, transformando estos pasivos en recursos. De esta forma, el país requiere innovar en métodos de cierre o rehabilitación de PAMs, además de potenciar el desarrollo y uso de tecnologías que permitan reutilizar estos desechos y recuperar los minerales presentes en éstos, generando un mercado de bienes y servicios que junto con resolver parte de los desafíos que supone los PAM, generen una nueva fuente de creación de valor, y fomenten la economía circular en la industria.

El término economía circular promueve un desarrollo sostenible en base a instalar una nueva comprensión de la cadena de valor de la economía, que deja de ser lineal para entenderse desde la lógica circular. Se trata de implementar una nueva economía que optimiza los materiales, energía y residuos en los mercados a partir de usos diversos, reduciendo al mínimo la generación de desechos. Si bien los metales son reciclables, con alta durabilidad, resistencia y propiedades anticorrosivas que mejoran la longevidad de los productos fabricados con ellos, también es cierto que el proceso de extraerlos es intensivo en energía, agua y uso del territorio, además de generar desechos. En este sentido, la economía circular presenta desafíos y oportunidades para la minería. Su aplicación podría contribuir a una mayor eficiencia hídrica, energética, transitar hacia una minería con menos residuos, promoviendo su reutilización y reciclaje.

Parece fundamental contar con mejores incentivos para que las empresas visualicen una oportunidad en ello y el Estado colabore en la promoción de la investigación, desarrollo e innovación de tecnologías que contribuyan a la gestión adecuada de relaves. En años recientes, el país ha realizado esfuerzos en potenciar la gestión de relaves y en marzo de 2020 se lanzó el Plan Nacional de Depósitos de Relaves para una Minería Sostenible, del Ministerio de Minería, que persigue implementar una gestión sostenible de los depósitos de relaves mineros, incluyendo instrumentos de monitoreo y control permanente y con información abierta y transparente a las autoridades y comunidades. Así, los principales ejes del plan son: Seguridad de la Población, Medio Ambiente y Economía Circular e Innovación.

<sup>29</sup> Mineral Council of Australian (2019), The next frontier [En línea]  
<https://minerals.org.au/sites/default/files/190208%20The%20Next%20Frontier%20MCA%20Policy%20Priorities.pdf>

<sup>30</sup> Natural Resources Canada (2019), The Canadian Minerals and Metals Plan [En línea]  
[https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/CMMP/CMMP\\_The\\_Plan-EN.pdf](https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/CMMP/CMMP_The_Plan-EN.pdf)

<sup>31</sup> Department of Minerals and Energy (1998), White paper mining minerals policy [En línea]  
[https://www.gov.za/sites/default/files/gcis\\_document/201409/whitepaperminingmineralspolicy2.pdf](https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201409/whitepaperminingmineralspolicy2.pdf)

Con el fin de armonizar los esfuerzos del gobierno, en el presente eje se incluirán los objetivos y líneas de acción propuestos en el Plan Nacional de Depósitos de Relaves, complementando las metas de esta política.

Los objetivos estratégicos y metas 2030 y 2050 de la minería en este tema consisten en:

1. Proporcionar información pública sobre los depósitos de relaves abandonados priorizados según su riesgo, incluyendo información sobre su ubicación, cercanía a comunidades, tamaño y tipo de mineral.
  - a. Meta 2030: Plataforma de Observatorio Nacional de Depósitos de Relaves completa y disponible; El 100% de los relaves están monitoreados
  - b. Meta 2050: Plataforma evolucionada al ritmo de innovación en TICs
2. Gestionar de forma activa los Pasivos Ambientales Mineros con un enfoque de riesgos, disminuyendo los posibles impactos a la población y medio ambiente.
  - a. Meta 2030: Gestión activa de un 30% del total de los relaves, y de todos los relaves clasificados como prioritarios en el Plan Nacional de Depósitos de Relave
  - b. Meta 2050: Gestión activa de un 50% del total de los relaves, y de todos los relaves clasificados como prioritarios en el Plan Nacional de Depósitos de Relave
3. Reducir, reutilizar y reciclar los residuos de la actividad minera, promoviendo la creación de valor a partir de los mismos.
  - a. Meta 2030: Evaluación de reutilización y reprocesamiento de relaves en un 50% de los depósitos de relaves activos e inactivos
  - b. Meta 2050: Evaluación de reutilización y reprocesamiento de relaves en un 100% de los depósitos de relaves activos e inactivos

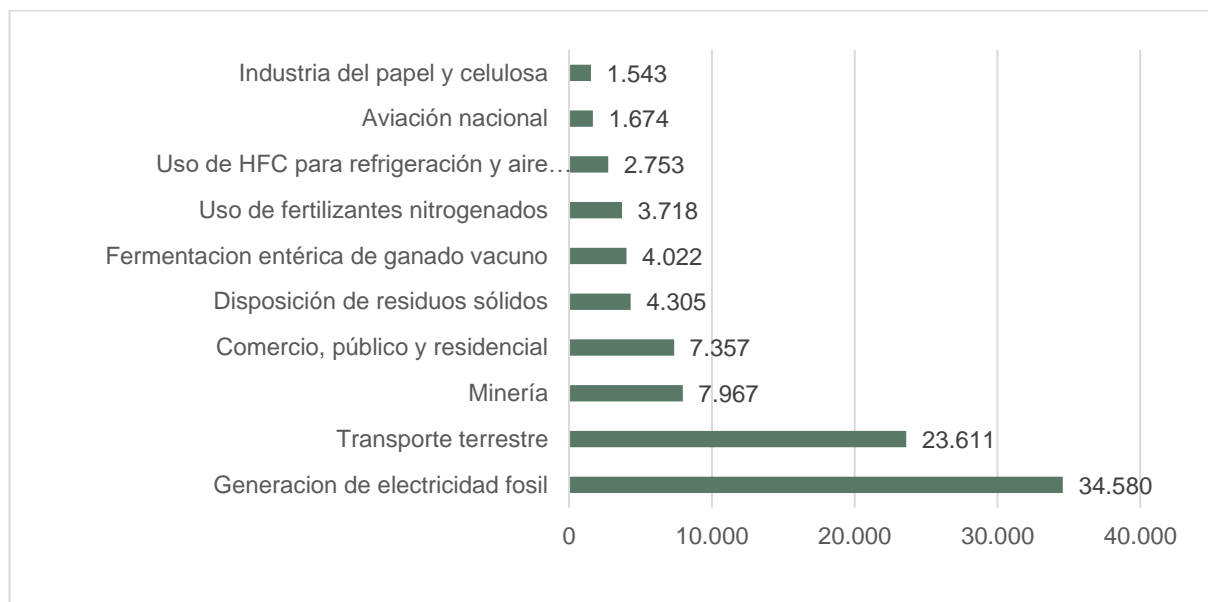
d. Minería y mitigación del cambio climático

El cambio climático se ha convertido en uno de los mayores desafíos a nivel mundial y Chile es un país con alto riesgo frente a la crisis climática, cumpliendo con siete de los nueve criterios establecidos por la CMNUCC que identifican la vulnerabilidad de un país frente a los efectos del cambio climático. Al mismo tiempo, Chile ha adquirido compromisos relevantes para la reducción de gases de efecto invernadero (GEI), cuyo aporte alcanza al 0,2% de las emisiones globales. Para el año 2030, se planteó como meta reducir en un 30% la intensidad de emisiones respecto del año 2007, mientras que para el año 2050 Chile será uno de los primeros países de ingreso medio en lograr la carbono neutralidad para el año 2050, además de contar con un plan para desmantelar la totalidad de sus centrales a carbón al año 2040.

La minería es una de las actividades económicas más relevantes en términos de su aporte a las emisiones de GEI del país. Los procesos productivos del sector minero emiten directamente el 7% del total de los gases de efecto invernadero del país (Alcance 1). A ello se deben agregar sus emisiones indirectas correspondientes a las generadas por su consumo de energía eléctrica del

sistema, las que alcanzan al 14% de emisiones (Alcance 2), de acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente.<sup>32</sup>

### Principales fuentes de emisión al año 2016



Fuente: Elaboración propia en base a Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)<sup>33</sup>

El consumo de energía del sector se reparte entre combustibles y energía eléctrica. De acuerdo con la Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena de Alta Ley<sup>34</sup>, en el año 2018, el consumo total de energía en la minería de cobre alcanzó los 176,7 PJ en el año 2018, un 4% más que el 2017. De este consumo, un 47% (82,59 PJ) corresponde a energía del uso de combustibles fósiles, principalmente para el transporte, de los camiones de extracción. El 53% restante (94,15 PJ) provienen del consumo de electricidad.

El consumo de energía en los procesos de la minería del cobre se reparte de la siguiente forma:

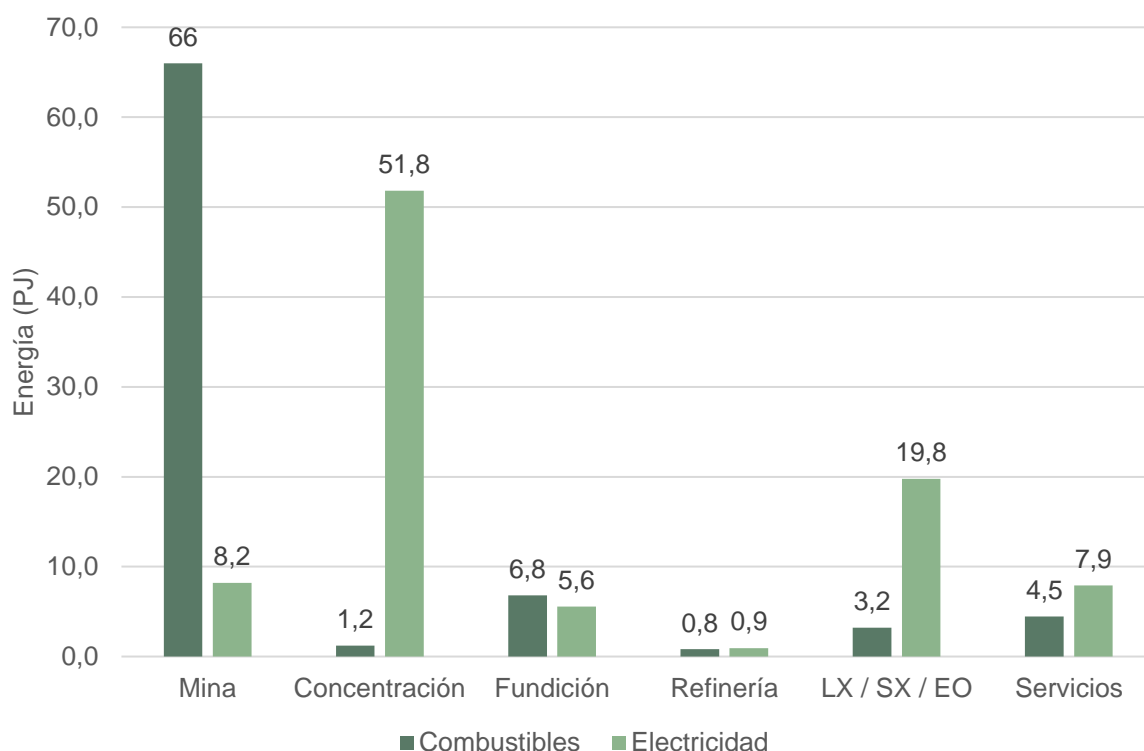
### Consumo de electricidad y combustibles por procesos en la minería del cobre, 2018

<sup>32</sup> Tercer Informe Bienal de actualización de Chile sobre cambio climático 2018. Es relevante mencionar que algunas empresas mineras que operan en Chile, al tener operaciones de explotación de carbón y petróleo, llegan a tener una participación en las emisiones globales de hasta 1%, si se toma en cuenta el alcance 3, que incluye las emisiones generadas al usar estos productos.

<sup>33</sup> <http://snichile.mma.gob.cl/>

<sup>34</sup> Alta Ley (2019), Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena [En línea] [https://corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2019/12/ACTUALIZACION%CC%81N-HOJA-DE-RUTA-MINERIA-DEL-COBRE\\_2019.pdf](https://corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2019/12/ACTUALIZACION%CC%81N-HOJA-DE-RUTA-MINERIA-DEL-COBRE_2019.pdf)



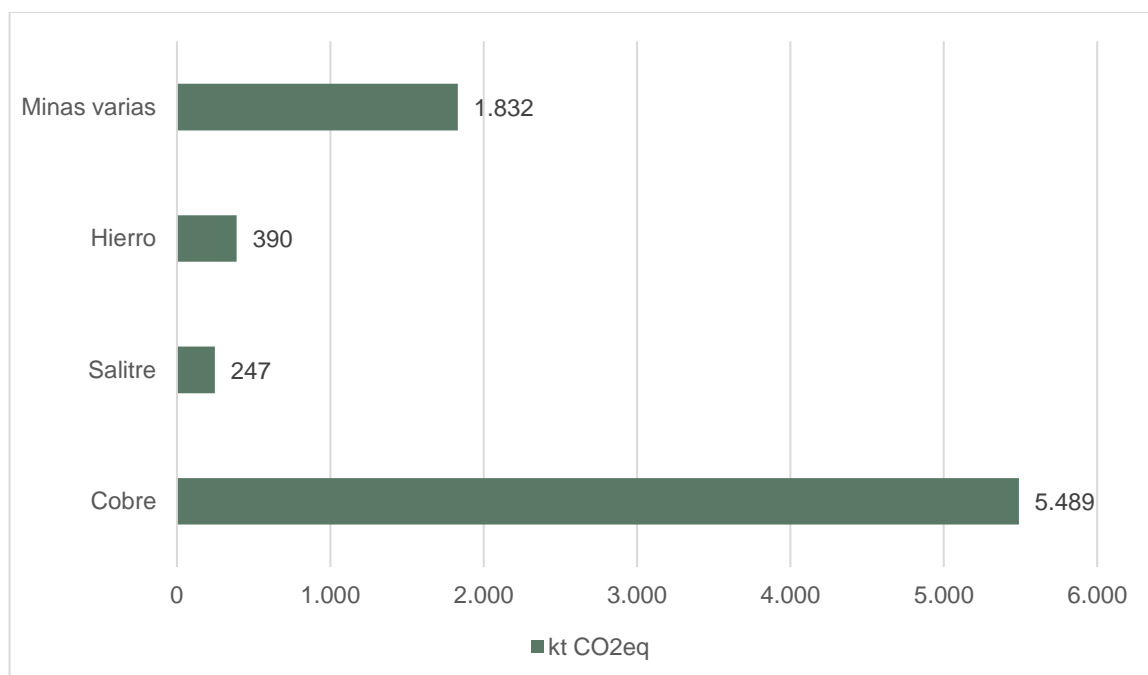


Fuente: Elaboración propia en base al Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2018, Cochilco (2019)<sup>35</sup>

En cuanto al aporte de GEI por los subsectores de la minería, el más relevante es la minería del cobre, la que en 2016 aportó con el 69% de las emisiones de GEI sectoriales, destacándose la gran minería del cobre, que con emisiones directas totales de 5,7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes, representa el 4,9% del total de emisiones del país. Le sigue minas varias con el 23% de las emisiones sectoriales, hierro con un 5% y el 3% restante por el salitre, como se aprecia en el gráfico siguiente.

Minería (con excepción de combustibles) y cantería: emisiones de GEI por subcomponente en el 2016

<sup>35</sup> Cochilco (2019), Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2018 [En línea]  
<https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Informe%20de%20Consumo%20de%20Energ%C3%ADa%202018.pdf>



Fuente: elaboración propia con datos del Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático, MMA (2018)

Las medidas de reducción de las emisiones de GEI del sector minero se focalizan en un uso más eficiente de la energía y un reemplazo de fuentes de combustibles fósiles por energías limpias. Durante las últimas décadas no se han observado mejoras en la intensidad energética de los procesos mineros en Chile. Así, mientras que entre 2000 y 2018 hubo un aumento sostenido del consumo de combustibles y de energía eléctrica, con crecimientos anuales de 6,2% y 5,5% respectivamente, la producción aumentó en solo un 1,3% anual. Para los próximos diez años se prevé que esta tendencia se mantenga debido a varias circunstancias estructurales que están cambiando en la minería chilena. Entre las más relevantes se incluyen el envejecimiento de las minas debido a las menores leyes del mineral, el endurecimiento de la roca y la mayor distancia de acarreo debido al tamaño de las operaciones; la mayor producción de concentrados (que representarán un 67% de la producción total el año 2029), lo cual implica una mayor intensidad de uso de energía y agua; la creciente escasez hídrica lo que se ha enfrentado mediante un mayor bombeo de agua de mar para su uso directo o mediante procesos de desalinización, la cual pasará a ser el segundo ítem más relevante en el consumo eléctrico en 2030, después de la concentradora.<sup>36</sup> Bajo este escenario de cambios estructurales se vuelve aún más relevante la sustitución de las energías altas emisiones por fuentes renovables y avances en eficiencia energética.

En cuanto al uso de energías renovables, y en tándem con el boom de las energías solar y eólica en Chile, desde 2012 el sector minero ha empezado a adquirir contratos de suministro eléctrico en base a estas tecnologías. De esta forma ha ido avanzando hacia una matriz eléctrica más limpia y de menores emisiones de GEI (y locales). Más aún, desde el año 2020 ya contará con las primeras empresas mineras que se abastecerán en un 100% a partir de energías renovables, incluyendo hidroelectricidad convencional.

Junto con ello, en el último par de años se ha visto mayor proactividad desde el sector minero hacia la elaboración de estrategias climáticas integrales que no solo buscan medir y reportar emisiones,

<sup>36</sup> Las cifras se basan en Cochilco (2019) Proyección del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre 2019-2030

sino también implementar planes de mitigación (y adaptación) con metas concretas, y en algunos casos estableciendo precios al carbono, uso de offsets y un sistema de gobernanza claro.

Se identifican oportunidades para lograr reducciones significativas de emisiones de GEI a lo largo de las diferentes etapas de alto consumo energético del proceso minero. Por ejemplo, si sólo se considera que en la optimización de las rutas de transporte de materiales y la sustitución de los combustibles en el transporte de material - con unos 1.600 camiones off-road sobre 50ton de capacidad que consumen unos 3m<sup>3</sup> de diésel diarios y emiten más de 3.000tonCO<sub>2e</sub>/año cada uno- el potencial de reducción es enorme. El desarrollo tecnológico en este sentido se visualiza muy auspicioso en las próximas décadas. Por un lado, el desarrollo de la electromovilidad, la cual está siendo analizada por varias empresas mineras como una opción para los camiones de alto tonelaje que transportan el mineral. Por el otro, la introducción de hidrógeno verde en procesos de generación de calor, así como en camiones con celdas de combustible o en motores de combustión, en mezclas con diésel y un porcentaje creciente de hidrógeno, se visualiza como una opción tecnológica relevante que permite reducir emisiones (HC, CO, CO<sub>2</sub>), siempre que se apliquen medidas de reducción de los NO<sub>x</sub>. Con todo, se destaca la preponderancia que tendrán estas tecnologías en una estrategia de reducción de emisiones del sector. Por ejemplo, en los escenarios del gobierno para alcanzar la carbono neutralidad al 2050 tanto el hidrógeno verde como la electromovilidad tienen un rol clave con el 21% y 17% de las reducciones de GEI al 2050 respectivamente (del total de emisiones no asociado a captura de bosques)<sup>37</sup>. No existe certeza qué tecnología, sea la electromovilidad o el hidrógeno verde será la de mayor penetración en la minería, posiblemente será una combinación de ambas.

Otros desafíos por enfrentar en los próximos años para la reducción de emisiones incluyen el bombero de agua con energía solar, el perfeccionamiento de tecnologías para el control de las emisiones de GEI, sistemas inteligentes de conducción eficiente, combustibles sintéticos neutros en CO<sub>2</sub>, la optimización de las rutas de transporte de materiales, perfeccionamiento de tecnologías costo-eficientes y sustentables para la generación de energía y para el control y recuperación/recirculación de las aguas durante la operación, perfeccionamiento de la confianza de los modelos para la predicción de los consumos en diferentes escenarios de operación de molinos y plantas concentradoras, y el aumento de la capacidad de almacenamiento y reducción de equipos ociosos en ciclos de producción.<sup>38</sup>

En lo referente al marco normativo, actualmente Chile no cuenta con una regulación vinculante para las empresas mineras en los ámbitos de energías renovables, eficiencia energética y cambio climático. Sin embargo, hay dos iniciativas legales relevantes en este contexto en el congreso. La primera corresponde a la Ley de Eficiencia Energética, que estipularía que el Ministerio de Energía establece metas de eficiencia energética para los Consumidores con Capacidad de Gestión de Energía, al mismo tiempo que éstos deben mantener Sistemas de Gestión de Energía y reportar al Ministerio de Energía su implementación<sup>39</sup>. La segunda, es la Ley Marco de Cambio Climático que actualmente se discute en el Congreso, la que busca establecer la gobernanza climática a nivel vertical (nacional, regional y municipal) y horizontal (asignando responsabilidades en la reducción de las emisiones para los distintos sectores), en coherencia con la meta de carbono neutralidad.<sup>40</sup> Por otro lado, El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, que presenta lineamientos para la adaptación y la mitigación para distintos sectores económicos del país, carece de líneas de acción específicas para el sector minero.

<sup>37</sup> Ministerio de Medio Ambiente 2019, Proceso de Actualización NDC de Chile: Resultados parciales de escenarios de emisiones para componente de mitigación

<sup>38</sup> Estos son solo algunos ejemplos mencionados en la Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena, de Alta Ley (2020)

<sup>39</sup> [https://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin\\_ini=12058-08](https://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=12058-08)

<sup>40</sup> Ministerio de Medio Ambiente, Anteproyecto Ley Marco de Cambio Climático [En línea] <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/07/Presentacion-Ley-Marco-CC.pdf>

A nivel internacional, el ICMM y sus miembros se encuentran comprometidos en el combate al cambio climático, lo cual se refleja en diversas políticas, lineamientos y guías que apuntan a introducir estrategias de reducción de emisiones de GEI; asegurar el uso eficiente de los recursos naturales; apoyar el I+D de tecnologías apropiadas con bajos niveles de emisiones GEI, y medir y reportar sus progresos. Estas acciones no sólo cubren la mitigación sino también adaptación al cambio climático, lo cual queda reflejado en el desarrollo de una herramienta que le permite a sus miembros acceder a proyecciones climáticas futuras, facilitándoles el diseño y aplicación de planes que respondan a los riesgos que podrían afectar sus activos y operaciones<sup>41</sup>. Por otro lado, Canadá desarrolló el Plan Canadiense para Minerales y Metales, publicado en 2019, en donde establece que los gobiernos deberían fomentar que la industria minera planee y adopte medidas de adaptación al cambio climático. Del mismo modo, un documento<sup>42</sup> australiano publicado por el Consejo de Minerales de Australia, establece la importancia de que la manufactura, el procesamiento de minerales y otras actividades intensivas en energía cuenten con políticas energéticas y climáticas que contribuyan a la reducción de precios y emisiones. También se estipula que Australia debería adoptar un enfoque de neutralidad tecnológica con respecto a todas las fuentes de energía de bajas emisiones, considerando tecnologías de carbón de alta eficiencia, bajas emisiones y energía nuclear.

Finalmente, se destaca que el desafío de reducción de emisiones en el sector minería no se remite al alcance 1 y 2 (operaciones y consumo de energía), sino que también al alcance 3, al resto de la cadena de valor. En este sentido, los mercados internacionales se configuran como un factor de presión cada vez más relevante hacia un proceso minero bajo en emisiones de carbono, mediante la existencia de crecientes requerimientos a lo largo de las cadenas de valor de la industria minera por demostrar mediante sistemas de certificación creíbles la sostenibilidad ambiental y social del proceso productivo, tanto aguas arriba como abajo. Ello implica además abordar más decididamente herramientas como la trazabilidad, hasta ahora un desafío importante considerando la gran cantidad de actores que forman parte de la cadena productiva de la minería (para ver en detalle este tema ir a la sección **XX**)<sup>43</sup>.

Los objetivos estratégicos y metas 2030 y 2050 de la minería en materia de mitigación de emisiones de GEI incluyen:

1. Implementación de medidas y tecnologías que contribuyan a la reducción de emisiones en las distintas etapas del proceso minero
  - a. Meta 2030: Las emisiones de GEI del sector minero son coherentes con los límites definidos por la ciencia a nivel global y por las metas nacionales. Un 100% de las empresas de la gran minería reportan y gestionan sus emisiones de GEI.
  - b. Meta 2030: Al menos un 60% del abastecimiento eléctrico del sector proviene de energías renovables; y todas las empresas del sector, consumidores con capacidad de gestión de energía, cuentan con sistemas de eficiencia energética y de gestión de energía validados según estándares internacionales.
  - c. Meta 2030: Existen estándares de Eficiencia Energética para el parque de vehículos motorizados pesados
  - d. Meta 2050: Carbono neutralidad en el sector minero

<sup>41</sup> International Council on Mining and Metals (2013), Adapting to changing climate: implications for the mining and metals industry [En línea] <https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/climate-change/adapting-to-climate-change>

<sup>42</sup> Mineral Council of Australia (2019), The next frontier. [En línea] <https://minerals.org.au/sites/default/files/190208%20The%20Next%20Frontier%20MCA%20Policy%20Priorities.pdf>

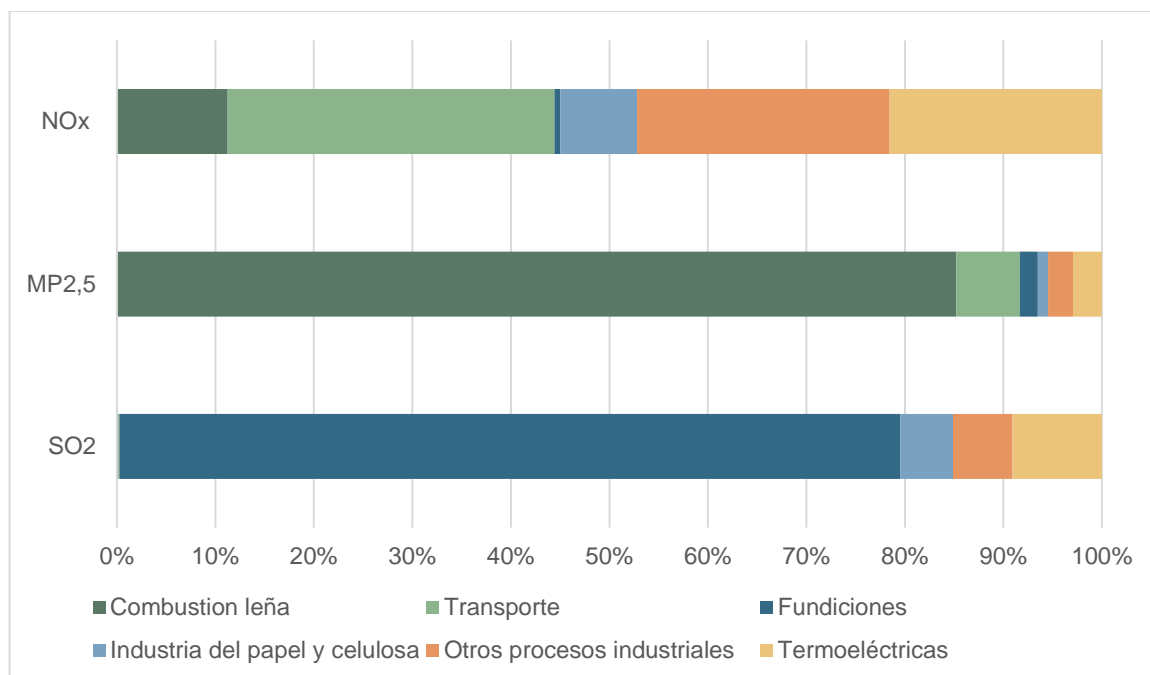
<sup>43</sup> Dufey, A. (2020), "Iniciativas para transparentar aspectos ambientales y sociales en la cadena de abastecimiento de la minería: Tendencias internacionales y desafíos para los Países Andinos", serie Medio Ambiente y Desarrollo, N° XXX (LC/TS.2019/xx), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

2. Crear un mercado para las emisiones de GEI mediante su valorización, promoviendo también el desarrollo de proyectos más limpios
  - a. Meta 2030: Las empresas del sector internalizaron un precio al carbono que refleja la tendencia.
  - b. Meta 2030: Existe una participación relevante del sector minero en el mecanismo de mercado de carbono
  
- e. Minería y emisiones locales

En Chile, se reconocen tres grandes fuentes de contaminación del aire: los medios de transporte, las actividades industriales y la calefacción de las viviendas mediante combustión de leña.

Según el “Reporte del Estado de Medio Ambiente”, la zona norte del país presenta problemas de contaminación atmosférica relacionados con las emisiones de MP, SO<sub>2</sub> y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) provenientes de actividad industrial, fuentes mineras y centrales termoeléctricas. En las emisiones SO<sub>2</sub>, la participación de las fundiciones está sobre el 70%.<sup>44</sup>

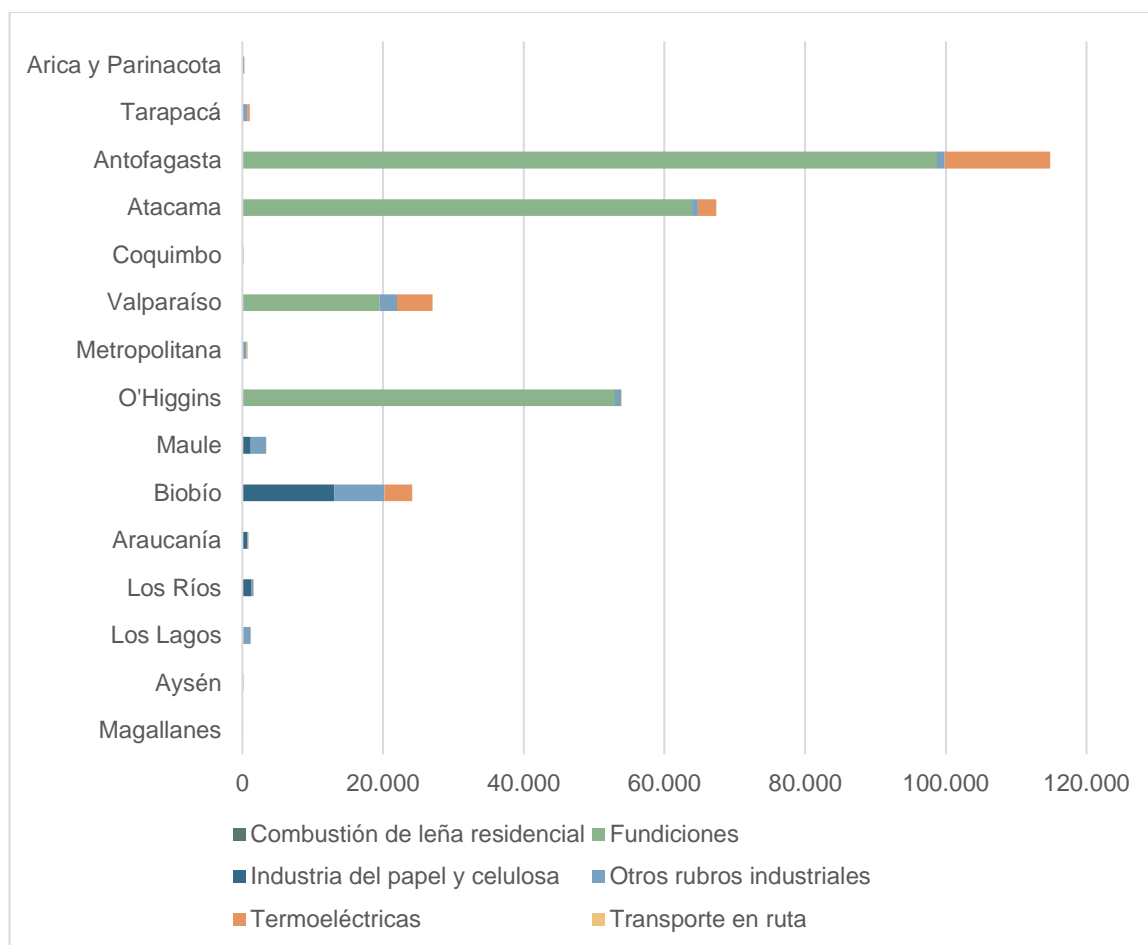
Composición de las emisiones al aire de MP<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> a nivel nacional por tipo de fuente, 2017



Fuente: elaboración propia, en base a RETC – MMA, 2019 Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente, Ministerio de Medio Ambiente 2019

Emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) por región y tipo de fuente, 2017

<sup>44</sup> Quinto Reporte del Estado de Medio Ambiente 2019, Ministerio de Medio Ambiente



Fuente: Elaboración propia, en base a RETC – MMA,2019

En materia normativa, la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente establece en su artículo 32, la existencia de dos tipos de normas de calidad ambiental: primarias y secundarias. Las normas de calidad primarias son aquellas normas de calidad ambiental que tienen como objetivo proteger la salud de la población humana dentro del territorio nacional; las normas de calidad secundaria tienen por objetivo proteger o conservar el medio ambiente o la naturaleza y son de carácter local y no necesariamente nacional<sup>45</sup>.

Los planes de prevención y de descontaminación se establecen cuando la calidad ambiental sobre pasa límites establecidos por estas normativas. Especialmente los primeros planes de descontaminación estaban directamente ligados al sector minero, específicamente a las fundiciones y sus emisiones de SO<sub>2</sub>.<sup>46</sup> Según información del Ministerio de Medio Ambiente<sup>47</sup>, actualmente existen 24 planes de prevención/descontaminación, de los cuales 7 se encuentran en elaboración, 15 en vigencia y 2 en revisión (vigentes). Diez de estos planes se relacionan con zonas circundantes donde existe actividad minera.

Por otra parte, en cuanto a normativa de emisiones, en 2013 se publicó el D.S. N°28 del Ministerio del Medio Ambiente (2013), vigente desde diciembre del 2018, aplicable a las fundiciones, que establece límites de emisión para la captura dióxido de azufre, arsénico y mercurio. Al momento de entrar en vigencia esta normativa, cuatro fundiciones cumplían con los nuevos estándares establecidos, Altonorte, Chagres, Caletones y Ventanas, mientras que las tres restantes realizaron

<sup>45</sup> Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/pagina/index/id/norma>

<sup>46</sup> Ver los casos de las fundiciones Hernan Videla Lira, Caletones, Ventanas, Potrerillos, Chuquicamata.

<sup>47</sup> Ministerio Medio Ambiente (2018), Planes de prevención y descontaminación atmosférica

procesos de modernización y actualmente se encuentran en proceso de puesta en marcha para llegar a capacidad de diseño.

Por su parte, el impuesto verde, introducido en el marco de la Reforma Tributaria de 2014, y modificado en 2020, que grava las emisiones de NO<sub>x</sub>, material particulado (MP), y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) de todo tipo fuentes que superen el umbral de emisiones de 100 toneladas anuales de material particulado o 25 mil toneladas anuales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aplicado en el caso de las fundiciones desde el año 2023.

Otro problema de emisiones se relaciona con emisiones difusas de Material Particulado (MP), consecuencia de diversas etapas del proceso minero, desde las tronaduras hasta el acopio y transporte. En algunas operaciones mineras en Chile que se encuentran cerca de poblaciones, las emisiones difusas pueden ser una fuente de contaminación potencial relevante que debe ser manejada tanto con monitoreo como con medidas de mitigación.

El objetivo estratégico y metas 2030 y 2050 de la minería en este tema consisten en:

1. Controlar las emisiones físicas y químicas, para posteriormente desarrollar formas de disminuir las emisiones
  - a. Meta 2030: Ninguna zona aledaña a fundiciones mineras se encuentra latente o saturada debido principalmente a la fundición, en ningún contaminante

f. Institucionalidad y normativa ambiental

La institucionalidad ambiental nació en Chile a principios de los años noventa, como un organismo de coordinación, la Comisión Nacional de Medio Ambiente. En el año 2010 fue reformado el sistema de gestión ambiental y la Comisión se convirtió en Ministerio de Medio Ambiente. Éste, a pesar de ser Ministerio, mantuvo un espíritu de coordinación con los ministerios sectoriales, a través de diferentes mecanismos.

Los ministerios sectoriales deben desarrollar, con apoyo del Ministerio de Medio Ambiente, los criterios ambientales que deben ser incorporados en la elaboración de sus planes y políticas, evaluaciones ambientales estratégicas y procesos de planificación. Un órgano relevante para la participación formal de los ministerios sectoriales en la institucionalidad ambiental es el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

Dentro del instrumentario de la gestión e institucionalidad ambiental, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental se perfiló desde el inicio como eje central. Empresas del sector minero estuvieron entre las primeras a aplicar la evaluación de impacto ambiental cuando el sistema estuvo en su fase de marcha blanca en los años anteriores a su entrada en vigencia en 1997. Entre 2011 y 2019 fueron tramitados 1457 proyectos del sector minero, significando una inversión de US\$116.240 millones<sup>48</sup>.

Es relevante que este instrumento funcione de forma adecuada, contribuyendo a que haya legitimidad social detrás de las decisiones de aprobación de los proyectos de inversión del sector. Esto requiere que se potencien las facultades del Servicio de Evaluación Ambiental, se fortalezcan las capacidades y habilidades, tanto técnicas como humanas, de las y los funcionarios, se den los espacios adecuados para la participación ciudadana, y se fortalezca el marco legal y la certeza jurídica del sistema.<sup>49</sup>

<sup>48</sup> <https://www.sea.gob.cl/documentacion/reportes/informacion-de-proyectos-con-tramite-finalizado-en-el-seia>

<sup>49</sup> Ver documento "Informe Final Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA", 2016

Los espacios de participación vigentes en el SEIA se consideran, por parte de organizaciones sociales, insuficientes para la expresión de las preocupaciones e intereses de la comunidad, y también se considera necesario contar con espacios para discutir sobre la forma y mecanismos para aplicar el principio precautorio ambiental en Chile, y para profundizar mecanismos de consultas anticipadas y analizar un mecanismo especial de evaluación ambiental de proyectos estratégicos.

El uso de la herramienta de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), creada como parte de la Reforma de la institucionalidad ambiental, es relevante en este contexto. Esta herramienta fue creada para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter normativo general. Es decir, la EAE debería dar un marco conceptual claro respecto de un modelo de desarrollo sustentable para Chile. La herramienta es de carácter voluntario en el contexto de la elaboración de políticas y planes sectoriales. Un precedente del beneficio de su aplicación lo constituyó en este sentido la elaboración de la Política Energía 2050 en la cual se aplicó la herramienta, para proporcionar una orientación en cuanto a la sustentabilidad.<sup>50</sup>

A la par de la evaluación ambiental estratégica como instrumentario esencial para el desarrollo sustentable del país, se encuentra el ordenamiento territorial. En años pasados se trabajó en una Política Nacional de Ordenamiento Territorial, se avanzó en hacer vinculantes los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial y algunos ministerios ya han avanzado en la elaboración de planes sectoriales de ordenamiento territorial, los cuales reflejan la política sectorial nacional respectiva y constituirían un insumo para la elaboración de los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial. El sector minero tiene, desde ya, gran relevancia en el territorio, con concesiones mineras para explotación y exploración que suman 28.618.000 has, o un 38% de la superficie total nacional.<sup>51</sup> Además, la explotación minera implica importantes obras anexas, incluyendo infraestructura portuaria y desalinadoras, todo beneficiándose potencialmente de una mayor planificación del territorio.

En complementación al marco normativo vigente en torno a efectuar análisis estratégicos sobre la inserción de los proyectos en su entorno, se ha propuesto generar un instrumento que acompaña la fase inicial de preparación de un proyecto, en forma de análisis estratégico territorial.<sup>52</sup>

Parte del fortalecimiento de la institucionalidad tiene que ver con el aumento de la capacidad de fiscalización desde el Estado. En el marco de la reforma de gestión ambiental del año 2010 justamente se apuntó a fortalecer este aspecto con la creación de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Las herramientas de fiscalización y corrección temprana deben ser cada vez más robustas, más oportunas y más efectivas, empezando por generar RCA más sólidas y fiscalizables.<sup>53</sup>

Los objetivos estratégicos y metas 2030 y 2050 de la minería en este tema consisten en:

2. Participar activamente en la institucionalidad ambiental
  - a. Meta 2030: Haber aplicado la EAE a la política minera de largo plazo y a otros instrumentos de planificación de largo plazo del Ministerio de Minería
  - b. Meta 2050: Contar con planes mineros regionales en todas las regiones con actividad minera relevante

---

<sup>50</sup> Ver documento.....

<sup>51</sup> Ver Anuario Minero 2019

<sup>52</sup> Este instrumento fue propuesto explícitamente por la Alianza Valor Minero

<sup>53</sup> Ver Estrategia de Fiscalización Ambiental 2018-2023. El sector minero es el sector que a nivel país reúne la mayor cantidad de procesos sancionatorios y multas. Hasta enero 2020, más que el 60% de las multas ambientales se concentran en el sector minero – ver: <http://snifa.sma.gob.cl/v2/Estadisticas/Resultado/4>



3. Aplicar la participación anticipada a los proyectos de inversión
  - a. Meta 2030: Aplicar participación anticipada a un 100% de los proyectos que efectúan un Estudio de Impacto Ambiental
4. Contribuir a generar Resoluciones de Calificación Ambiental más fiscalizables
  - a. Meta 2030: Reducir el % de procesos de fiscalización que terminan en multa en un 20%
  - g. Inserción virtuosa del sector minero en la economía mundial baja en carbono

Existen importantes oportunidades para el sector minero asociadas tanto a la transición hacia una economía cero carbono o negativa carbono. En el caso del cobre, se trata de un conductor altamente eficiente utilizado en sistemas de energías renovables como la solar, hidroeléctrica, térmica y eólica y las correspondientes necesidades de almacenamiento asociadas. Además, tiene aplicación importante en vehículos eléctricos y en sistemas de refrigeración. De acuerdo al World Energy Outlook 2019, en el Escenario de Desarrollo Sostenible, con medidas para incentivar la inversión en electricidad basada en energías renovables, bioenergía, calor solar, calor geotérmico y electrificación, la proporción de las energías renovables se elevaría a dos tercios de la generación eléctrica mundial, en comparación con el 25% en 2018. En cuanto a los vehículos eléctricos, en el Escenario EV30@30, que apunta a alcanzar una cuota de mercado del 30% para los vehículos eléctricos (EV) en 2030, las ventas de EV alcanzan los 43 millones y el stock será de más de 250 millones.<sup>54</sup> La iniciativa Climate Smart Mining del Banco Mundial analizó las implicancias que tienen parte de estas tendencias en el uso de diferentes metales, destacando incrementos muy significativos en el uso de cobre, litio, hierro, molibdeno y nickel, todos muy relevantes en la minería chilena. El uso de las baterías posicionan al litio como un elemento crítico transversal para el funcionamiento de numerosos productos asociados a la cuarta revolución industrial, no sólo para vehículos eléctricos o las energías renovables sino también para el desarrollo de las tecnologías digitales, especialmente, computadores personales y celulares, las que requieren para su fabricación una gran cantidad de minerales.

La creciente demanda de minerales y metales que implica la electromovilidad, las energías renovables y otras tendencias tales como la domótica y la digitalización en general, junto con abrir espacios para nuevos negocios imponen una gran responsabilidad y presión no solamente por producir más, sino también por producirlo de la forma más sustentable posible.

Más allá de una buena gestión ambiental en sí, tal como fue expresado en las secciones anteriores, se debe trabajar en la dar prueba de las credenciales de sustentabilidad de la misma. Al cliente, consumidor y ciudadano no le interesará solamente que el auto sea ambientalmente sustentable por tener menos emisiones globales, sino que deberá ser holísticamente más sustentable. Como destacó en 2019 la Agencia Internacional de Energía en su reporte global de vehículos eléctricos: “Los desafíos asociados con el suministro de materias primas se relacionan principalmente con el aumento de la producción, los impactos ambientales y las cuestiones sociales. La trazabilidad y la transparencia de las cadenas de suministro de materias primas son instrumentos fundamentales para ayudar a abordar algunas de estas cuestiones críticas fomentando el abastecimiento sostenible de minerales.”

De hecho, la Comisión Europea ya en 2011 manifestaba cierta preocupación respecto de la incipiente comercialización de los vehículos “verdes”, afirmando que, si bien reduce el uso de combustibles fósiles, aumenta la demanda de electricidad y de ciertas materias primas, algunas de las cuales se encuentran sujetas a restricciones de oferta y se encuentran concentradas en unas pocas áreas geográficas ejerciendo presión ambiental. Así, no solo importa que las tecnologías limpias sean más

---

<sup>54</sup> De acuerdo al Global EV Outlook 2019 de la Agencia Internacional de Energía

bajas en emisiones que sus contrapartes con base en combustibles fósiles, sino también que las cadenas de abastecimiento a las cuales estos materiales se asocian sean sostenibles. Por ejemplo, el uso de cobalto y de litio vinculados a zonas geográficas asociadas a riesgos sociales y ambientales, han puesto a estos minerales y sus respectivas cadenas de valor cada vez más bajo el escrutinio de Organizaciones No Gubernamentales internacionales<sup>55</sup>. El litio es de especial interés de Chile.

Las preocupaciones respecto a la sustentabilidad de las cadenas de valor de los minerales no sólo ha permeado a gobiernos<sup>56</sup> (por ejemplo, UE y de EE.UU) y ONGs, sino a también inversionistas y a los segmentos aguas abajo de las cadenas de valor de la minería. Empresas fabricantes de baterías, de vehículos y de la electrónica, entre otros, buscan no solo asegurar que su abastecimiento de materias primas sino que éste se haga de manera sustentable mediante la implementación de políticas para garantizar un abastecimiento responsable y minimizar riesgos reputacionales.

Consecuentemente, se ha dado el surgimiento de una nueva generación de estándares de sustentabilidad, muchos de ellos aún en desarrollo, de mirada integral, donde a los tradicionales temas de carácter social y ético de los primera generación de estándares que se dio durante la primera década del presente siglo, se añaden aspectos ambientales tales como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) -en consistencia con la emergencia de la demanda de minerales vinculados a la transición hacia una economía baja en carbono-- así como los impactos sobre la biodiversidad y uso de agua, entre otros temas clave. Ello ha implicado que los productores de minerales se ven cada vez más presionados por visibilizar los impactos sobre la sostenibilidad a lo largo de la cadena de abastecimiento de la minería y mediante sistemas de certificación creíbles.

En su mayoría, estas iniciativas corresponden a grandes lineamientos o directrices que establecen una serie de conductas y estándares para que las empresas se embarquen en forma voluntaria hacia un abastecimiento responsable cuya adhesión debe ser demostrada mediante la verificación de una tercera parte independiente. Destaca la influencia de la Guía de la OCDE para la Due Diligence para Cadenas de Suministro Responsables de Minerales en las Áreas de Conflicto o de Alto Riesgo, la que ha sido tomada como base para el desarrollo de diversas directrices, estándares y regulaciones. Más allá de las líneas directrices básicas de la OCDE, las iniciativas más relevantes para el contexto chileno han sido los principios del programa de cambio climático del ICMM y la Guía para el abastecimiento responsable del ICMM. Otras iniciativas, aún en fase de desarrollo, pero que podrían ser relevantes incluyen la Iniciativa Climate Smart Mining del Banco Mundial, The Copper Mark de la ICA y la Cadena de Suministro Responsable de la Bolsa de Londres. A nivel nacional se destaca la iniciativa de Cobre Responsable de CODELCO, no obstante ha presentado dificultades en su implementación debido a la falta de trazabilidad<sup>57</sup>.

En efecto, la trazabilidad, que corresponde a una herramienta para lograr documentar la cadena de suministros, será un requisito cada vez más importante para acceder a los mercados internacionales. Existen no obstante aún muy pocas iniciativas que aseguran la trazabilidad física del material, destacando la Aluminium Stewardship Initiative -ASI.

Entre los beneficios asociados a la certificación y la trazabilidad, más allá del acceso a mercado, es la diferenciación en el mercado de commodities y la posibilidad de acceder a premiums. Es probable que en el mediano o largo plazo la trazabilidad se volverá un requerimiento de mercado sin el cual ya no se podrá vender el mineral o metal.

<sup>55</sup> Dufey, A.(2020), "Iniciativas para transparentar aspectos ambientales y sociales en la cadena de abastecimiento de la minería: Tendencias internacionales y desafíos para los Países Andinos", serie Medio Ambiente y Desarrollo, N° XXX (LC/TS.2019/xx), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

<sup>56</sup> Reglamento 2017/821 de la Unión Europea y la Sección 1502 de la Ley Dodd-Frank de reforma de Wall Street y de protección del consumidor de Estados Unidos, que tienen como objetivo eliminar el financiamiento de grupos armados en el comercio de minerales

<sup>57</sup> Dufey, A.(2020), "Iniciativas para transparentar aspectos ambientales y sociales en la cadena de abastecimiento de la minería: Tendencias internacionales y desafíos para los Países Andinos", serie Medio Ambiente y Desarrollo, N° XXX (LC/TS.2019/xx), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Por otro lado, entre los principales desafíos para avanzar en trazabilidad se identifican la gran cantidad de actores que forman parte de la cadena de abastecimiento de los metales y minerales hace que sea costoso y muy desafiante. No obstante nuevas tecnologías como el blockchain auguran avances en este sentido. Asimismo, la falta de fundidoras/refinadoras especialmente dedicadas es otro desafío, especialmente para aquellas cadenas de suministro de minerales que requieren trazabilidad. Es en este punto donde normalmente se mezclan los metales de diferentes grados y orígenes para satisfacer las demandas de sus clientes actuando como cajas negras que dificultan el rastreo del producto final a su origen. En este sentido, la existencia de una fundidora/refinadora especialmente dedicada para minerales que requieren trazabilidad podría ser una alternativa de solución. Al mismo tiempo, las plantas fundidoras/refinadoras requieren de altos costos de inversión lo que hace difícil que una empresa por sí sola los pueda asumir, por lo que una solución podría ser la coordinación de distintas empresas mineras para el desarrollo de un proyecto conjunto<sup>58</sup>.

A nivel global, un tema a resolver es la proliferación de estándares que puede causar “fatiga” de información, causando confusión entre las empresas respecto sobre qué estándares deben adherir. El exceso de iniciativas también causa confusión en el cliente final, reduce la transparencia y credibilidad de los mismos, pudiendo menoscabar así uno de los objetivos principales por las que fueron creadas que consiste, justamente, en entregar información respecto de los impactos ambientales y sociales asociados a la producción. Ello pone en evidencia la necesidad de avanzar en mecanismos para el reconocimiento mutuo y armonización de estándares.

Otro concepto íntimamente vinculado con la economía baja en carbono y de minería sustentable es la economía circular, debido a sus implicancias en la reducción de uso de materiales y recursos. Se basa en un sistema industrial que es restaurativo o regenerativo por intención y diseño, que rompe la estructura lineal del proceso productivo hacia uno circular. Propone disminuir o eliminar los productos químicos tóxicos, reducir el uso de insumos claves como energía y agua, alargar los ciclos de vida de los productos y eliminar los desechos a través del diseño superior de materiales, re-manufactura de productos, y nuevos modelos comerciales., entre otros aspectos.

Se requiere de medidas que promuevan este tipo de soluciones innovadoras. Instrumentos tales como la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) que se introdujo en 2019 en Chile y que tiene como objetivo la valorización de los residuos, pueden servir para estimular la economía circular directa e indirectamente. La REP se focaliza en los siguientes productos prioritarios: aceites lubricantes; aparatos eléctricos y electrónicos; baterías; envases y embalajes; neumáticos y pilas. En el caso de los neumáticos a REP comienza con metas de recolección tanto a nivel nacional (50% de los neumáticos fuera de uso al 2021) como con metas específicas para cada una de las regiones del país. Asimismo, se avanza en la creación del Centro de Economía en la Región de Tarapacá que tiene entre sus principales objetivos identificar y materializar oportunidades de economía circular a lo largo de la cadena de abastecimiento de la minería.

El enfoque de economía circular no solamente se trata de la disposición responsable sino en primer lugar se incentiva la minimización de los residuos. Se crean nuevas oportunidades para emprendedores y proveedores en el sector minero que tiene una extensa comunidad de actores en este sentido. Varios proveedores notables, por ejemplo, en el área de la maquinaria pesada, han iniciado el camino en este sentido y han creado negocios de re-manufactura y recuperación de materiales.

En la política minera de Canadá se incluye un eje de economía circular, con metas al año 2020 y 2025 referente al establecimiento de programas de investigación del valor de los residuos mineros para reducir la huella de los residuos mineros, reprocesamiento y reciclaje. En la Política

---

<sup>58</sup> Dufey, A.(2020), “Iniciativas para transparentar aspectos ambientales y sociales en la cadena de abastecimiento de la minería : Tendencias internacionales y desafíos para los Países Andinos”, serie Medio Ambiente y Desarrollo, N° XXX (LC/TS.2019/xx), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Finlandesa se habla de la promoción de la utilización sostenible de los mismos minerales y de negocios ecológicos ligados a la minería.

Los objetivos estratégicos y metas 2030 y 2050 de la minería en este tema consisten en:

1. Contar con sistemas de trazabilidad y certificación que ayudan a diferenciar los metales de origen chileno en el mercado de los *commodities*
  - a. Meta 2030: un 30% de los metales y minerales que se exportan cuentan con un sistema de trazabilidad ambiental
  - b. Meta 2050: un 100% de los metales y minerales que se exportan cuentan con un sistema de trazabilidad ambiental
2. Ser reconocidos a nivel mundial por proporcionar metales y minerales diferenciados y superiores en sus atributos ambientales
  - a. Meta 2030: Contar con un reconocimiento formal desde una organización intergubernamental por proporcionar metales y minerales diferenciados y superiores en sus atributos ambientales
  - b. Meta 2050: Obtener en los sistemas de trazabilidad y certificación aplicados a las exportaciones en promedio un desempeño por sobre la media
3. Generar tecnologías de mayor valor agregado de la cadena de producto de los metales y minerales, con destino al mercado bajo en carbono
  - a. Meta 2030: Haber generado al menos 3 tecnologías, productos o servicios nuevos exitosos con ventas de más de US\$10mill anuales para el mercado bajo en carbono
  - b. Meta 2050: Haber generado al menos 20 tecnologías, productos o servicios nuevos exitosos con ventas de más de US\$50mill anuales para el mercado bajo en carbono
4. Generar tecnologías y procesos de economía circular, en todas las fases de explotación y procesamiento de los minerales
  - a. Meta 2030: Haber reducido la generación de residuos de diferentes procesos mineros en un 50%

### III. Iniciativas priorizadas

#### a. Minería, recursos hídricos y adaptación al cambio climático

##### i. Elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático en el sector minero

El Ministerio de Minería es mandado para desarrollar la política sectorial de cambio climático, de la cual la adaptación es un eje de gran relevancia. Tanto en la Ley de Cambio Climático como en la Contribución Nacional Determinada (NDC), actualizada en 2020, se señala la necesidad de elaborar el Plan de Adaptación en el sector minero al año 2022.

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Elaboración del Plan de Adaptación del Sector Minero	Proceso participativo implementado Plan publicado	2021 - 2022	Ministerio de Minería Ministerio de Medio Ambiente
Monitoreo de la implementación del Plan de Adaptación	Informes anuales de Monitoreo	2022-2030	Ministerio de Minería
Actualización del Plan de Adaptación	Al menos una actualización antes de 2030	De acuerdo a Plan	Ministerio de Minería Ministerio de Medio Ambiente

- KPI general: Plan de Adaptación elaborado y monitoreado
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 1, Meta 2030
- Responsable: Ministerio de Minería Participantes: Ministerio de Medio Ambiente

##### j. Sistema de monitoreo permanente y colaborativo, entre entidades públicas y privadas, de la seguridad hídrica de cada cuenca

Este sistema, de acceso público, debe incluir información sobre todos los elementos que constituyen la cuenca hidrográfica, evolución, disponibilidad actual y proyecciones de agua superficial y subterránea, masas glaciares y zonas periglaciares y su impacto en el sistema hidrográfico, los derechos de agua, el consumo de agua, el estado del sistema hidrográfico, el acceso público a los diferentes elementos del sistema hidrográfico, aspectos y acontecimientos que tienen o pueden tener un impacto relevante sobre el sistema hidrográfico.

Actividades para la implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Conformación de una mesa intersectorial	Mesa constituida y sesiones	2020	DGA, con participación de MMA y Ministerios sectoriales

Estudio de experiencia internacional para el diseño del sistema	Informe	2021	DGA, con participación de MMA
Cuenca piloto para el diseño del sistema e implementación del caso piloto	Acta decisión Plataforma disponible	2021 - 2023	DGA, con Gobierno Regional, MMA y Min. sectoriales relevantes
Actualización de normativa para contar con la información de múltiples fuentes públicas y privadas (obligatoriedad)	Normativa reformada y entrega de información	2022-2023	DGA
Establecimiento de red de monitoreo, público-privado, incluyendo telemetría, flujómetros	% de cobertura de la red de monitoreo del total del área de influencia de la minería	2021-2030	DGA, MMA, SEA, empresas
Generar la plataforma de información y monitoreo permanente para todas las cuencas con operaciones mineras relevantes	Plataforma disponible Resultados de los monitoreos validados	2023 - 2030	DGA
Diseñar y generar mecanismos para integrar los efectos agregados del uso y manejo del agua por cuenca	Informe	2022	DGA, MMA
Integrar todas las cuencas relevantes a la plataforma	% de cuencas integradas del total de cuencas relevantes para el sector minero	2022 - 2026	DGA
Consolidar información en línea base de EIA por cuencas	Informe y excels	2021 - 2022	Min. de Minería, con participación de SEA

- KPI general: % de cuencas con actividad minera relevante en las que el sistema está operativo
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 2
- Responsable: DGA. Participantes: Municipios, empresas, (MMA: lineamientos de levantamiento de información con utilidad para diseño de políticas públicas).

ii. Optimización de abastecimiento de agua en la minería, bajo sustentabilidad integral

Para enfrentar la escasez hídrica se requiere de nuevas fuentes de agua, con varias alternativas asociadas a infraestructura existente y nueva. Una de las que actualmente se hace más uso es la desalación. Sin embargo, al expandir el uso de esta fuente, se hace necesario avanzar tanto en tecnología como en normativa para enfrentar los impactos ambientales, especialmente de las salmueras. Otra alternativa en evaluación corresponde a proyectos asociados al transporte de agua

desde los ríos sureños hasta Atacama. También, promover la inversión en infraestructura hídrica compartida que racionalice el uso y producción de agua, así como las inversiones asociadas a ello, constituye una alternativa que se está analizando. Es probable que Chile vea un aumento en la frecuencia e intensidad de las inundaciones debido al cambio climático, se deben considerar las opciones para capturar esta agua. Otra alternativa consiste en la creación de programas de gestión por cuenca, dentro de los cuales se pueden aportar fondos privados que se destinan a la iniciativa de gestión eficiencia con el mayor retorno.

Cada una de estas alternativas debe ser estudiada y analizada en cuanto a sus impactos ambientales y sus diferentes rentabilidades económicas y sociales. Siendo en varios casos proyectos de gran envergadura e inversiones con potenciales impactos ambientales y sociales significativos, es necesario que este análisis se lleve a cabo mancomunadamente.

Actividades para la implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Evaluación de escenarios hídricos CC en cuencas con operación minera relevante	Estudio	2021-2023	Ministerio de Minería
Evaluar la factibilidad técnica, económica, ambiental y social de las diferentes opciones de abastecimiento hídrico, por cuenca	% del total de cuencas que cuenta con informe	2021 - 2023	MOP
Proyectos de integración hídrica (incluir operaciones mineras y empresas sanitarias)	Informe Prefactibilidad caso Antofagasta Implementación de proyecto viable Informe análisis de otros casos	2021 – 2025	Min. de Minería, Gremios mineros, MOP, Min. de Economía MOP, Min. de Minería, Min. de Agricultura, Min. de Economía
Crear mecanismos que busquen la incorporación de nuevas fuentes de agua y la coordinación para el uso de éstas	Mecanismos y normas creados	2021 - 2024	MOP, Ministerio de Medio Ambiente
Informe de optimización del uso de infraestructura hídrica existente, incluyendo la minera, y analizar aquella nueva necesaria para capturar y gestionar agua de inundaciones	Informe de análisis	2021-2022	MOP, Ministerio de Minería
Incorporar soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar el cambio climático (restauración	Soluciones implementadas	2022- 2030	Ministerio de Medio Ambiente,

de cuencas, creación de humedales)			
Promover que las desaladoras contraten su suministro eléctrico con fuentes renovables	Mecanismo creado	2022-2023	Ministerio de Energía, MOP
Participar en la elaboración y el monitoreo de una Política Nacional de Recursos Hídricos	Participación en el mecanismo participativo de la Política	2021-2023	Ministerio de Minería
Participar en el nuevo modelo de gobernanza de cuencas y proporcionar oportunamente la información necesaria desde el sector minero para su labor	Participación de acuerdo al mecanismo creado	Depende de	DGA, MMA

- KPI general: % de uso de agua de mar, recirculada y reciclada, así como provenientes de sistemas de integración hídrica, en el total del consumo de agua; tCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup> de agua usado en los procesos mineros
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivos 3 y 4, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: MOP. Participantes: Ministerio de Minería, DGA, MMA, Ministerio de Economía, de Energía, Agricultura

iii. Gestión de impactos ambientales del sector minero en hidrología de las cuencas y en el mar

Los impactos de la minería en los sistemas hídricos de su entorno tienen relación con la cantidad y la calidad del agua. Las operaciones mineras enfrentan generalmente condiciones hídricas naturales con disponibilidad de recursos hídricos muy limitada, en zonas áridas y semi-áridas, acentuado por el cambio climático. Esto genera condiciones ambientales complejas caracterizadas por ecosistemas de alta fragilidad. Pero se generan también impactos por el lado de efluentes y la calidad de agua. El riesgo de contaminación del agua en las zonas de captación es un tema relevante y la falta de evidencia y antecedentes técnicos históricos sobre los comportamientos anuales de los ríos y especialmente de las aguas subterráneas ha generado en el pasado y en el contexto actual conflictos graves con las comunidades aledañas. La protección de los derechos de la comunidad demanda un rol del Estado más presente y más fuerte en la situación de análisis de las responsabilidades y riesgos.

Durante situaciones climáticas extremas, temporales e inundaciones, que van en aumento debido al cambio climático, el riesgo de desbordes de tranques de relave es de gran preocupación de la comunidad aledaña y tiene que ser manejado con anticipación. Durante este siglo ha habido varias situaciones, en el norte del país, de impacto o de preocupación de la población en este sentido.

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Guía SEIA de determinación de caudales ambientales para proyectos mineros	Guía	2021-2023	SEA, Ministerio de Minería, DGA



Fondos mixtos para I+D+i para: nuevas tecnologías de reducción de consumo de agua en procesos de extracción de litio; asegurar calidad de las aguas que se infiltran	Proyectos implementados	2021-2025	Ministerio de Ciencia y Tecnología, CORFO, Ministerio de Minería
Estrategia I+D+i para Salmuera que permita identificar y monitorear los impactos en la ecología marina, y consumo de agua en extracción del litio evaluar impactos de diferentes escalas de plantas, detectar o crear tecnologías para facilitar su dilución o nuevos usos productivos	Nuevas tecnologías y usos para salmueras	2021-2030	CORFO, Ministerio de Minería, DGA
Estándares y bases de información para evaluar la consideración de la EAE como una instancia de evaluación preliminar para definir la localización y sobrecarga territorial de plantas desaladoras	Guía EAE para plantas desaladoras	2021-2023	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Minería, DGA
Levantamiento estado del arte de Estudio proyectos mineros y efectos en hidrología de la cuenca: impactos, tendencias, buenas prácticas, gobernanzas colaborativas	Estudio	2021-2022	Ministerio de Minería
Propuestas para compatibilizar actividad minera y ecosistemas sensibles	Estudio	2020-2022	MMA, Ministerio de Minería

- KPI general: Nro de estudios e iniciativas regulatorias que el Ministerio de Minería inicia y tecnologías que se generen y apliquen en pos de la protección de los ecosistemas y de la protección de salud de las comunidades aledañas a operaciones mineras
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 3, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Minería. Participantes: CORFO, SEA, DGA Ministerio de Minería, DGA

#### iv. Eficiencia en el uso del recurso hídrico

En materia de reciclaje y reuso de agua, la minería del cobre en Chile ha realizado esfuerzos relevantes. A nivel nacional, la tasa de recirculación en las faenas fue de un 69,7% en 2018. En Chile ha habido una reducción en los coeficientes unitarios de consumo de agua continental en las diferentes fases de las operaciones mineras y el procesamiento del material, especialmente en la concentradora. Sin embargo, información sobre la eficiencia en el uso del recurso hídrico total es escasa. Desde hace un par de años se está promoviendo especialmente el uso del marco metodológico para la contabilidad hídrica desarrollado en Australia.<sup>59</sup> También se ha empezado a usar la “Guía práctica para la gestión del agua en áreas de captación para la industria minera y

<sup>59</sup> Ver <https://minerals.org.au/water-accounting-framework-australian-minerals-industry>. Este sistema voluntario, gestionado por la Universidad de Queensland en Australia, ha sido adoptado por el ICMM, e integra el Estándar de Contabilidad de Agua de Australia.

metalúrgica” de ICMM, la cual promueve la adopción de un enfoque sobre la gestión del agua en áreas de captación que comprenda el valor los recursos hídricos de gran valor, que valore las necesidades de los usuarios actuales y futuros del agua y que tenga una visión holística de los impactos en el área de captación.

La recuperación del agua de los relaves, es una oportunidad importante de recuperación de agua adicional que ya no está en el circuito, o que se dirige a la recuperación del agua de los relaves antes de su disposición, en base a filtración o espesamiento a gran velocidad.

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Adopción de mecanismos de contabilidad hídrica	Mecanismo de promoción o normativa establecido  % de producción que cuenta con mecanismos de contabilidad hídrica	2021 - 2025	Min. de Minería, Gremios mineros, Centros de I&D&i
Promoción de Guía hídrica de ICMM	Mecanismo de promoción establecido  % de empresas que aplicaron la Guía	2021 - 2025	Ministerio de Minería
Plan de difusión de prácticas de eficiencia y reúso del agua para la minería que incluya, entre otros, incentivos al ahorro y eficiencia en sectores productivos	Plan de difusión disponible	2021	Min. de Minería
Fondos de I&D&i para estrategias y tecnologías de efficientización en el uso del recurso hídrico (por ejemplo la recuperación de agua de los relaves o antes de disponer los relaves)	Cantidad de fondos disponibles	2021- 2025	CORFO, Min. de Minería, Centros de I&D&i

- KPI general: coeficiente unitario de uso de agua total
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 4, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Minería. Participantes: CORFO, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Gremios

v. Marco regulatorio y leyes:

- Guía SEA sobre gestión de aguas de contacto y de no contacto para proyectos mineros – Responsable: SEA, Ministerio de Minería

- Guía SERNAGEOMIN de estándares de mantenimiento de obras mineras e incidencias en Recursos Hídricos; Responsable: SERNAGEOMIN, Ministerio de Minería
- Normas Secundarias de Calidad Ambiental para cuencas del norte de Chile, al menos para las cuencas relevantes de actividad minera; Responsable: Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Minería
- Ley sobre el uso de agua de mar para desalinización; Responsable: MOP, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerios sectoriales
- Ley de Protección de Glaciares; Responsable: MOP, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerios sectoriales

b. Minería y biodiversidad

i. Estrategia para la prevención de impactos desde el diseño de un proyecto

El SEIA revisa los proyectos cuando estos cuentan ya con un diseño avanzado. Por ello, generar instrumentos y herramientas que permitan contar con insumos y criterios para ajustar el diseño de los proyectos puede contribuir robustecer las medidas de prevención, con ello prevenir impactos y, a la vez, mejorar la eficiencia de la tramitación ambiental.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Confección de Guía de mitigación y restauración y compensación que sistematice lecciones aprendidas en materia de prevención, mitigación, reparación y compensación en proyectos mineros, y que dé orientación a los proyectos de inversión en esta materia	Guía	2020-2022	SEA, Ministerio de Minería
Banco de información de línea de base sobre biodiversidad habiendo diseñado y coordinado las metodologías de levantamiento de información, de manera tal que puedan ser comparables, ser complementarias unas con otras, servir de líneas de base públicas	Estándares y metodologías de levantamiento y generación de información	2020-2025	Ministerio de Medio Ambiente SEA
<i>Aprobación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)</i>	<i>Servicio en funcionamiento</i>	2021	<i>Ministerio de Medio Ambiente</i>
<i>Completar la planificación ecológica para todas las regiones del país</i>	<i>Planificación Ecológica para cada región</i>	2021	<i>Ministerio de Medio Ambiente</i>

Elaboración de Análisis Estratégico de Sostenibilidad Territorial o similar de carácter voluntarios, previos al ingreso de proyectos al SEIA	N° AESOT ingresados	2021-2030	Ministerio de Medio Ambiente, Alta Ley, Empresas
Incorporar Análisis Estratégico de Sostenibilidad Territorial o similar en Guía Participación Ciudadana Anticipada (PACA)	Guía	2021-2022	Ministerio de Medio Ambiente Mesa público privada

- KPI general: N° Análisis Estratégico de Sostenibilidad Territorial o similar ingresados
- Contribución a Metas: Objetivo 1, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Medio Ambiente

ii. Metodologías para la reparación y compensación de biodiversidad de los proyectos mineros

Reconociendo que, en varios casos, la industria se encuentra en la etapa de reparación y compensación de impactos que ya han ocurrido; que las metodologías aplicadas por las empresas no son homologables, y que existe un desconocimiento por parte de la industria de cómo realizar medidas de compensación efectivas, surge la necesidad de generar una forma estandarizada de como reparar y compensar los impactos negativos a la biodiversidad.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Revisión del estado del arte de las medidas de mitigación y reparación en proyectos mineros	Estudio	2020	Ministerio de Medio Ambiente SEA
Revisión de los procesos de fiscalización y programas de cumplimiento de la variable de biodiversidad	Estudio	2020	Superintendencia del Medio Ambiente
Revisión del instrumento de bancos de compensación	Estudio	2021	Ministerio de Minería Ministerio de Medio Ambiente
Piloto de aplicación de la métrica para cuantificación de impactos y compensaciones	Piloto	2021-2023	Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Minería
Estudiar opciones de creación de un fondo para la compensación de	Estudio	2021	Sonami Enami

impactos por proyectos mineros de pequeña y mediana minería			
Informe de resultados de procesos de fiscalización, procesos de sanción y programas de cumplimiento de la variable de biodiversidad	Informe	2021	Superintendencia del Medio Ambiente
Desarrollar mapa para compensaciones equivalentes en Antofagasta y Atacama para detectar zonas de susceptibilidad ambiental prioritarias	Mapas elaborados	2021-2022	Ministerio de Minería
Potenciar y actualizar plataforma de minería abierta	Plataforma actualizada Tasa de intensidad de uso de la plataforma	2022	COCHILCO Ministerio de Minería

- KPI general: N° de EIAs que aplican métrica estandarizada para la cuantificación de impactos sobre biodiversidad y medidas de compensación.
- Contribución a Metas: Objetivo 2, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Minería

iii. Contribuir a la institucionalidad de biodiversidad

La implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030 es primordial en este tema desde la visión estatal. El sector minero tiene como tarea contribuir a este desafío.

El conocimiento sobre la diversidad biológica es en este sentido un eje central y el sector minero puede contribuir para generar este conocimiento sobre la situación y los cambios que la biodiversidad atraviesa en las zonas de influencia de las operaciones. Tan importante como generar esta información, es compartirla con las comunidades locales, nacionales e internacionales. Como destaca el Sexto Informe Nacional de Biodiversidad: “continúan habiendo vacíos importantes de información en todos los niveles ecológicos (ecosistemas y servicios ecosistémicos claves; especies; y, patrimonio genético). Una sociedad más informada podrá demandar mayores y mejores instrumentos y, simultáneamente, podrá involucrarse consciente y activamente en acciones, proyectos e iniciativas en pro de la conservación y la sustentabilidad, reconociendo el impacto en su propia calidad de vida, bienestar y desarrollo.”

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Generar un plan de relacionamiento con la Estrategia Nacional de Biodiversidad	Documento del plan	2021-2022	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente
Establecer una plataforma de conocimiento sobre la diversidad biológica en las zonas de operaciones mineras, que reúna a organismos gubernamentales de distintos niveles, el sector empresarial, pueblos	Plataforma y visitas a la plataforma	2021-2024	Ministerio de Medio Ambiente, con apoyo del Ministerio de Minería,

indígenas y comunidades locales y otros actores relevantes			
Monitoreo, seguimiento, evaluación y reporte de la salud de la biodiversidad en todos sus niveles, de los factores que la amenazan, y de la efectividad de las medidas de protección y restauración, incorporando mecanismos participativos en estos ámbitos, en las zonas de operaciones mineras	Disponibilidad de indicadores sobre la salud de la biodiversidad en zonas de operación minera	2022-2030	Ministerio de Medio Ambiente, con apoyo del Ministerio de Minería
Generar un Fondo público-privado de I&D&i para conservación y restauración de la biodiversidad en operaciones mineras	Proyectos financiados por el fondo	2021-2023	Ministerio de Minería, CONICYT

c. Pasivos Ambientales Mineros (PAM) y relaves mineros

i. Monitoreo en línea y transparencia de PAMs y relaves activos

Se debe crear un sistema de monitoreo en línea que cuente con información pública y privada sobre el estado del PAM, titular, ubicación, tamaño del depósito, tipo de mineral, priorización según su riesgo y cercanía a las comunidades. El propósito de este sistema es asegurar la gestión segura de los relaves activos y abandonados, permitiendo un control exhaustivo en diversas zonas del país.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Catastro actualizado y detallado de PAMS	Estudio	2020	Ministerio de Minería SERNAGEOMIN
Diagnóstico compartido de la realidad de relaves activos	N° relaves estudiados	2021	Ministerio de Minería
Priorizar gestión de relaves según criticidad	N° relaves categorizados N° relaves priorizados	2022	Ministerio de Minería SERNAGEOMIN
Creación de un Observatorio Nacional de Depósitos de Relaves para monitoreo y fiscalización	Observatorio Nacional de Depósitos disponible N° depósitos incorporados	2024	Ministerio de Minería

Fortalecer las capacidades del Estado para la implementación de monitoreo en línea en más depósitos de relaves activos, transferencia e incorporación de la tecnología en los servicios públicos asociados, autoridades locales y las comunidades aledañas	N° relaves monitoreados N° usuarios capacitados	2025	Ministerio de Minería SERNAGEOMIN
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	------	--------------------------------------

- KPI general: N° relaves monitoreados en la plataforma
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 1, Meta 2030
- Responsables: Ministerio de Minería

- ii. Adecuar y generar normas, estándares e incentivos para la operación segura, confiable y virtuosa de relaves activos

Chile se ha visto afectado por una serie de desastres naturales, como terremotos y aluviones, que amenazan a las diferentes zonas mineras debido a los posibles colapsos de depósitos de relaves mineros que podrían ocurrir, poniendo en riesgo la salud y seguridad de las comunidades cercanas. Otros factores como la seguridad hídrica por uso en la actividad minera y/o eventual contaminación de agua; la conservación de biodiversidad en los territorios que albergan relaves, y los nuevos desafíos que supone la adaptación al cambio climático, sobre todo, para asegurar la seguridad y salud de las comunidades aledañas, constituyen elementos de riesgo que se monitorean y examinan periódicamente en las faenas mineras. Debido a lo anterior, resulta importante desarrollar e implementar medidas y normativas que minimicen los potenciales impactos negativos al medio ambiente y la sociedad.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Benchmark de normas/estándares/guías (nacional e internacional)	Informe	2020	Ministerio de Minería
Fortalecer recursos para capacidades e instrumentos de fiscalización de cumplimiento de la normativa	Aumento de recursos para fiscalización	2020	Ministerio de Hacienda
Catastro Nacional de Depósitos de Relaves en ley orgánica del SERNAGEOMIN	Ingreso del Proyecto de Ley al Congreso Nacional Promulgación y publicación de la Ley	2021	SERNAGEOMIN
Revisión del ordenamiento jurídico que regula el diseño, construcción y operación de depósitos de relaves	Mesa de trabajo Estudio	2021	Ministerio de Minería

Elaboración de un protocolo de emergencias para la coordinación de los servicios públicos y las comunidades	Mesa de trabajo de Protocolo de emergencias	2021-2022	Ministerio de Minería
Incluir la materia de depósitos de relaves en el plan de adaptación al cambio climático	Plan de adaptación	2021-2022	Ministerio de Minería Gremios Mineros
Consideración de los PAMs en el ordenamiento territorial, incorporando un análisis y estudio que determine los elementos de riesgo asociados a los depósitos de relaves y PAM	Medidas para abordar los PAMs Consideración en IPTs Definición de áreas de resguardo en PAMs urbanos	2023	Ministerio de Minería, GORE- Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Asegurar un financiamiento público permanente, así como generar incentivos efectivos para que otros actores colaboren en la gestión de los PAMS	% aumento del financiamiento público Recursos privados invertidos	2023	SERNAGEOMIN, DIPRES

- KPI general: N° estándares/normas creados
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 2, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Minería

iii. Gestión activa de depósitos de relaves y faenas mineras abandonadas

Al ser los depósitos de relaves uno de los residuos más peligrosos para la población y el medio ambiente, resulta de vital importancia desarrollar programas y herramientas que busquen gestionarlos de manera segura, dando solución a los PAM.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Elaboración de una guía técnica de requisitos para la compensación de un depósito de relave, priorizado dentro del marco del SEIA	Guía	2020	SEA
Tramitación urgencia ambiental para remediación	Tiempo de tramitación	2020	SEA
Remediación de PAMS de alto riesgo	Casos remediados Riesgos eliminados	2020-2021	Ministerio de Medio Ambiente



Elaboración de un programa de recepción de depósitos de relaves abandonados	Programa de recepción de depósitos abandonados  N° depósitos abandonados recibidos por faenas en operación	2021	Ministerio de Minería
Posibilidad de extender la aplicación del Fondo para la Gestión de Faenas Mineras Cerradas para la remediación de relaves abandonados, o el estudio de otros mecanismos legales para acciones de reparación a través de la remediación de relaves abandonados	Estudio	2021-2022	Ministerio de Minería
Posibilidad de modificar la definición de reparación de la Ley 19.300 para que aquellos casos en que el daño sea irreparable, se permita la compensación mediante una remediación ambiental	Ingreso del Proyecto de Ley al Congreso Nacional  Promulgación y publicación de la Ley	2022	Ministerio de Minería
Constitución de concesiones de explotación sobre áreas que contengan depósitos de relaves abandonados, con el objeto de facilitar su reubicación	N° concesiones constituidas  N° depósitos reubicados	2022	Ministerio de Minería
Promoción del traspaso de concesiones mineras que contengan depósitos de relaves abandonados a organismos o empresas del Estado, o la celebración de convenios con los dueños de esta propiedad minera para facilitar su reubicación	Programa de traspaso de concesiones  N° concesiones traspasadas al Estado  N° relaves abandonados reubicados	2024	Ministerio de Minería
Elaboración de un programa de reubicación de depósitos de relaves abandonados como medida de compensación ambiental, dentro del SEIA	Programa de compensación de impactos  N° depósitos de relaves abandonados reubicados	2024	Ministerio de Minería SEA
Creación de un "Banco de Compensación" con los depósitos abandonados e inactivos priorizados para su reubicación	Banco de Compensación disponible	2025	Ministerio de Minería

	N° depósitos en el Banco		
--	--------------------------	--	--

- KPI general: N° depósitos de relaves remediados
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 2, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Minería

iv. Implementación de la economía circular en la industria minera

La recuperación de minerales de los tranques de relave y de los materiales desechos inertes está en el centro de la economía circular en la minería chilena. Se requiere transformar un pasivo en un activo, fomentando la extracción de valor desde los tranques de relaves, botaderos, escoriales, rípios de lixiviación, y pilas de descarte.

En Chile, destaca el caso de Minera Valle Central que empezó en los años 90 con la recuperación de cobre y molibdeno del tranque de relave de la División El Teniente de Codelco. En los últimos años han avanzado proyectos de I&D&i en Chile en torno a la recuperación de minerales de tranques de relave y la aplicación de minería in situ, que tiene como eje central la lixiviación in situ. Este último proceso minimizaría la generación de tranques y desechos inertes. El proceso de lixiviación in situ (LIS) implica extraer el mineral de la roca a través de la inyección de una solución química en el yacimiento. Posteriormente el fluido que se obtiene es bombeado a la superficie donde se recuperan los metales son recuperados. Para el buen funcionamiento de la minería in situ la roca debe estar preparada, de manera de permitir el proceso de lixiviación. El futuro de la minería in situ económicamente viable y con mínimo impacto ambiental involucra una mejor lixiviación de sulfuros, nuevas tecnologías de fracturamiento de la roca, de inyección y captación de soluciones, entendimiento del comportamiento de flujos y mayor investigación en geología y geotecnia.

Como destacó el Plan Nacional de Depósitos de Relave para una Minería Sostenible, durante los últimos años, el número de empresas de servicio y tecnología que se han dedicado al desarrollo de soluciones para los depósitos de relaves ha aumentado exponencialmente y se debe catalizar y canalizar estos emprendimientos.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Revisión de la normativa vigente que obstaculice la utilización de depósitos artificiales mineros como materia prima para otras industrias	Estudio	2020	Ministerio de Minería
Establecer incentivos y normativa para la reutilización y reprocesamiento de relaves	% en peso de relaves reutilizados respecto al total  Nuevas tecnologías  Nuevos emprendimientos	2021 - 2024	Ministerio de Minería

Establecimiento de un marco que regule y facilite el reprocesamiento de depósitos artificiales mineros	Estudio Normativa que regule el reprocesamiento de depósitos mineros	2021	Ministerio de Minería
Establecimiento de una metodología para la estimación del valor económico de los relaves mineros	Capítulo en el Código sobre regulación de depósitos artificiales mineros Metodología sobre estimación del valor económico N° depósitos evaluados económicamente	2021	Comisión Calificadora de Competencias y Recursos y Reservas Mineras Ministerio de Minería
Generar un marco normativo e incentivos efectivos que potencien la creación de valor a partir de la gestión y aprovechamiento de relaves abandonados	Normas creadas Incentivos creados N° relaves reprocesados	2021-2022	Ministerio de Minería
Simplificar permisos ambientales para la reutilización de los depósitos minerales en relaves	N° proyectos de rehabilitación, reutilización y/o reprocesamiento aprobados en el SEIA	2022	SEA
Impulsar un programa de circularidad con los proveedores de la gran minería	Programa de circularidad en la minería Estándar para la cadena de suministro Mecanismos de certificación para un estándar de trazabilidad	2023	Ministerio de Minería
Incorporar en las políticas de las empresas estrategias para una adecuada gestión de residuos Fomento de gestión y valorización de residuos	Políticas empresariales que incorporan prácticas e indicadores circulares	2020 - 2024	Empresas, Gremios Mineros
Creación de una plataforma de innovación abierta para soluciones a gestión de relaves las distintas problemáticas de los depósitos de relaves.	No de soluciones subidas a la plataforma	2022-2030	Ministerio de Minería, CORFO, empresas

- KPI general: N° relaves reprocesados/reutilizados
  - Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 3, Meta 2030 y Meta 2050
  - Responsable: Ministerio de Minería
- v. Impulsar la investigación y análisis para crear o adaptar nuevas tecnologías que permitan avanzar hacia una minería sustentable

Para lograr avanzar en el desarrollo de una minería sustentable, el Estado debe colaborar en la promoción de la investigación, desarrollo e innovación de nuevas tecnologías que faciliten la gestión de relaves; minimicen los riesgos para la población y el medio ambiente, e impulsen la economía circular en el sector. Además, se deben generar desafíos que incentiven el desarrollo de soluciones innovadoras a partir de los principales temas críticos en la gestión de pasivos.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Estimular la I&D&i para nuevos usos de relaves abandonados y fomento de minería sin residuos y tecnologías que permitan la gestión y monitoreo de la seguridad para las personas y el medioambiente	Instrumentos de fomento dirigidos a I+D+I en relaves	2020-2030	Ministerio de Minería SERNAGEOMIN
Creación de una biblioteca digital de I&D&i sobre depósitos de relaves y valorización de residuos	Biblioteca digital disponible N° documentos integrados	2022	Ministerio de Minería Universidades
Estudio para la creación de un Centro de Investigación de Relaves	Centro de Investigación de Relaves creado	2022	Ministerio de Minería
Incorporación y adaptación I+D+I para fomentar una minería sin residuos	Estudios Habilitación de casos pilotos	2022	CORFO X-Prize
Creación de una plataforma de innovación abierta para que las empresas de tecnología puedan exponer sus soluciones a las distintas problemáticas de los depósitos de relaves	Plataforma disponible N° nuevas tecnologías	2025	Ministerio de Minería

- KPI general: N° nuevas tecnologías
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 3, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Minería

vi. Marco regulatorio y leyes

Resulta importante revisar las normativas vigentes que regulan a los Pasivos Ambientales Mineros y realizar un diagnóstico de las posibles modificaciones que se deben realizar para que la minería pueda desarrollarse en el futuro de forma responsable, tanto con las comunidades como con el medio ambiente.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

- Revisión del DS N°50/2015 del MOP para fortalecer la institucionalidad del SERNAGEOMIN
- Modificación de la Ley 20.551 con el objeto de separar los depósitos artificiales mineros y permitir sus nuevos usos
- Modificación del D.S. 248/2007 con el objeto de incentivar la implementación de tecnologías de deposición que utilicen menor cantidad de agua
- Modificación a la Ley de Cierre de Faenas Mineras
- Completar proceso legislativo para una Ley PAMS
- KPI general: N° Leyes aprobadas
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 1, Meta 2030

d. Minería y mitigación del cambio climático

i. Energías renovables y eficiencia energética

Para lograr la mitigación del cambio climático es necesaria la reducción de emisiones de GEI, ello requiere que los esfuerzos estén orientados al desarrollo de nuevas tecnologías eficientes y promoción de ERNC para el reemplazo combustibles fósiles. El consumo de energía en la minería de cobre se divide en 53% en consumo de electricidad del sistema y 47% en uso de combustibles. El sector energía es el principal emisor de GEI en el país, representando el 78% de las emisiones totales del año 2016, esto debido principalmente al consumo de carbón y diésel para la generación eléctrica y el transporte, en lo cual el sector minería tiene una responsabilidad. Al mismo tiempo, se debe considerar el rol determinante que juega la minería en el estímulo de las energías limpias debido a su poder de compra, y analizar la oportunidad de fomentar la generación de electricidad en base a tecnologías bajas en emisiones y la innovación en tecnologías que reemplacen los combustibles altos en emisiones.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Diagnóstico de lecciones aprendidas de convenio de eficiencia energética del Consejo Minero y Ministerio de Minería	Estudio	2020	Consejo Minero Ministerio de Minería

Fomento a I+D para tecnologías eficientes de extracción de metales y minerales, transporte del mineral, procesamiento del mineral (Pondría: "Fomento a I+D para tecnologías eficientes en operaciones mineras")	Instrumentos de fomento dirigidos a I+D+I	2020	Ministerio de Minería CORFO
Ley Eficiencia Energética	Promulgación y publicación de la Ley	2020	Ministerio de Energía
Creación del Instituto de Tecnologías Limpias	Instituto creado	2021	Ministerio de Minería
Estudio, análisis y piloto para la incorporación del hidrógeno como combustible en las operaciones mineras e insumo industrial en refineras (Pondría: "incorporación del hidrógeno como combustible en las operaciones mineras "	Estudio y piloto implementado	2020 - 2023	Ministerio de Minería
Revisión de experiencia internacional para implementación de nuevas técnicas de reducción de emisiones	Informe público	2020	Ministerio de Minería
Programa de innovación que promueva soluciones tecnológicas para reducir las emisiones	Fondos N° nuevas tecnologías	2021-2023	Alta Ley
Sistema de certificación para acreditar que los contratos de suministro eléctrico basados en energías renovables cumplen con esta condición (poner: "Contratos de Energía Renovable con certificación")	Sistema de certificación N° contratos acreditados	2022	Ministerio de Energía
Estudio para la minería chilena de huella de carbono alcance 1,2 y 3 Y reporte público permanente	Estudio Sistema de reporte	2021 2021-2030	Cochilco Ministerio de Minería
Identificación e implementación de nuevas capacidades y competencias para implementación de cambio tecnológico	Identificación de perfiles	2021-2022	Ministerio de Minería

- KPI general: % reducción de emisiones GEI
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 1, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Minería

ii. Gestión de emisiones GEI

Resulta indispensable revisar las normativas vigentes, y desarrollar planes, estándares y/o medidas para asegurar que se implementen las medidas de reducción de emisiones apropiadas. Se carece de un marco normativo para guiar más claramente a las empresas del sector en este desafío. El impuesto al carbono y la ley de Cambio Climático que actualmente se discute en el Congreso son las primeras señales en esa dirección.

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Diagnóstico de iniciativas vigentes en gestión de GEI	Estudio	2020-2021	Alta Ley CORFO
Normativa o mecanismo para la evaluación del impacto del cambio climático sobre la estabilidad física de los depósitos de relaves existentes	Estudio y mecanismo	2020-2022	Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Minería, Sernageomin
Ley de Cambio Climático	Ley	2020	Ministerio de Medio Ambiente
Desarrollo de Plan Sectorial de Cambio Climático, tanto para mitigación como para adaptación	Plan	2020-2022	Ministerio de Minería
Revisión de escenarios de emisiones de fundiciones	Estudio	2021	COCHILCO Ministerio de Minería
Política minera conectada con las NDC	Plan con sección de minería	2022	Ministerio de Minería Ministerio de Medio Ambiente
Fomentar el establecimiento de un precio al carbono tendencial estandarizado	Precio	2021	Ministerio de Medio Ambiente
Generar normativas o estándares para fomentar el mercado de compensación de emisiones	Normativa/estándar	2021	Ministerio de Medio Ambiente
Implementar un piloto para la compensación de emisiones, con participación del sector minero	Piloto	2020 - 2021	Ministerio de Minería Ministerio de Medio Ambiente
Estrategia minas de carbón	Estudio Plan de transición justa	2022	Ministerio de Minería

Generar un estándar de trazabilidad para las emisiones a nivel nacional	Estándar  Mecanismo adoptado  N° mineras con trazabilidad de emisiones	2022	Ministerio de Minería
-------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	------	-----------------------

- KPI general: Visibilidad explícita del sector minero en planes e instrumentos nacionales para la gestión de emisiones GEI
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivos 1 y 2
- Responsable: Ministerio de Minería

e. Minería y emisiones

i. Gestión de las emisiones de las fundiciones y operaciones mineras

Actividades para su implementación y sus indicadores:

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Actualización de normativa vigente, especialmente normativa de emisiones para fundiciones	Normativa publicada	2021 - 2030	Ministerio de Minería  Ministerio de Medio Ambiente
Potenciar la Hoja de Ruta tecnológica Alta Ley para modernizar las fundiciones	Recursos destinados a la Hoja de Ruta	2021 - 2025	Alta Ley  Ministerio de Minería
Creación de un sistema de trazabilidad de productos refinados que permita generar información de emisiones	Estándar de trazabilidad creado  Sistema en curso  N° productos con sistema de trazabilidad	2021-2024	Ministerio de Minería  Ministerio de Medio Ambiente
Estudio de buenas prácticas de gestión de emisiones de difusas	Estudio	2020-2022	Ministerio de Minería  Ministerio de Medio Ambiente
Creación de un sistema de gestión de información integrada por territorio	Sistema en curso	2021-2022	Ministerio de Medio Ambiente



			Superintendencia del Medio Ambiente
Generar y/o reforzar las plataformas de información ambiental por territorio	Plataforma disponible N° consultas a la plataforma	2021-2022	Ministerio de Medio Ambiente Superintendencia del Medio Ambiente

- KPI general: Reducción de número de Planes de Descontaminación y de Prevención en zonas aledañas a operaciones mineras
- Contribución a Metas: Objetivo 1, Meta 2030 y Meta 2050
- Responsable: Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente

f. Institucionalidad y normativa ambiental

i. Contribuir al fortalecimiento institucional ambiental

Acciones:

Actividades	Indicador	Año	Responsable
Aplicar la EAE a la política minera de largo plazo	Resolución de EAE	2022	Ministerio de Minería, Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático
Generar planes mineros regionales	Estudios de insumo base para planes Planes mineros regionales	2021-2024 2022- 2024	Ministerio de Minería
Generar un análisis sobre la participación anticipada en los proyectos de inversión minera	Estudio	2022	Ministerio de Minería
Generar un análisis sobre las resoluciones de calificación ambiental en el sector minero e implementar las acciones necesarias para eficientizar el proceso de fiscalización	Estudio	2022 - 2024	Ministerio de Minería
Mecanismos de licitación (con financiamiento provisto por titular) para elaboración del Análisis Estratégico, EIA y el seguimiento ambiental de proyectos, de manera	Mecanismo establecido	2023	Ministerio de Minería Ministerio de Medio Ambiente

de generar mayor independencia entre titulares y consultores, generando mayor confianza en la ciudadanía			
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

- KPI general: Estudios de insumo a instrumentos de gestión ambiental, por parte del Ministerio de Minería
- Contribución a Metas:
- Responsable principal:

g. Inserción virtuosa del sector minero en la economía mundial baja en carbono

i. Liderar o patrocinar una iniciativa de sistema de certificación y/o trazabilidad de sustentabilidad, especialmente ambiental

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Estudio de mercado sobre esquemas de certificación y trazabilidad relevantes e implicancia para la minería chilena	Estudio	2021	Ministerio de Minería
Definición sobre patrocinio de sistema(s) existentes o en elaboración	Decisión tomada	2021 – 2025	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente
Desarrollo de capacidades nacionales de metrología	Creación de Laboratorio (nuevo o adosado a uno ya existente)	2021	
Estudio de Factibilidad para desarrollo de refinería/fundidora especialmente dedicada	Estudio	2021	Ministerio de Minería Cochilco
Elaboración de mecanismo de incentivo para la certificación y el uso del sistema de trazabilidad	Estudio y mecanismos elaborados	2021 – 2025	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente
Apoyo en la difusión de el/los sistema(s)	# de apariciones en medios /	2021 – 2030	Ministerio de Minería, Ministerio de Medio Ambiente, CORFO
Monitoreo de la adopción de el/los sistema(s) en el mercado	Sistema de monitoreo existe	2021 – 2030	Ministerio de Minería

- KPI general: % de los metales y minerales que se exportan cuentan con un sistema de certificación/trazabilidad ambiental
  - Contribución a Metas: Alineado con Objetivos 1 y 2, Metas 2030 y Metas 2050
  - Responsable: Ministerio de Minería. Participantes: Ministerio de Medio Ambiente, CORFO
- ii. I+D+i para promoción de tecnologías bajas en carbono

Actividad	Indicador	Año	Responsable
Estudio de la implicancia de la transición y del uso de diferentes tecnologías para la minería chilena	Estudio	2021-2022	Ministerio de Minería
Análisis de la huella de minerales y metales de uso de tecnologías eficientes en el sector de la distribución eléctrica y en la construcción	Estudio	2021	Ministerio de Minería
Fondo start-ups (aplicaciones de energía solar, eólico e hidrógeno en procesos mineros, minería sustentable, materiales avanzados, desarrollo de baterías de litio)	# de Start-ups llegando a fase de crecimiento	2021-2030	Ministerio de Minería, CORFO
Centros de tecnologías limpias y Programa de Proyectos de Innovación (aplicaciones de energía solar e hidrógeno en procesos mineros, minería sustentable, materiales avanzados, desarrollo de baterías de litio)	# de Centros fortalecidos o creados, Programa creado  # de tecnologías en fase comercial  # de empresas mineras u operaciones mineras que adoptan las tecnologías desarrolladas  # de patentes	2021-2030	Ministerio de Minería, CORFO
Promoción de proyectos de pilotaje, incluyendo acuerdos interempresas	Mecanismo de proyectos de pilotaje creado	2021-2024	CORFO
Fondos I&D&i de: reducción de botaderos y tranques de relave, re-manufactura de materiales e insumos de proveedores, reciclaje de metales de productos al final de su vida	Cantidad de tecnologías de reducción, reuso, re manufactura, reciclaje a nivel comercial	2022 - 2030	Ministerio de Minería, CORFO

	# de empresas en fase de crecimiento		
I&D&i de motores y cableado eficiente, basado en cobre ultraconductor <sup>60</sup>	# de tecnologías en fase comercial  # de empresas u operaciones que adoptan las tecnologías desarrolladas  # de patentes	2021 - 2030	Ministerio de Minería, CORFO, Conicyt

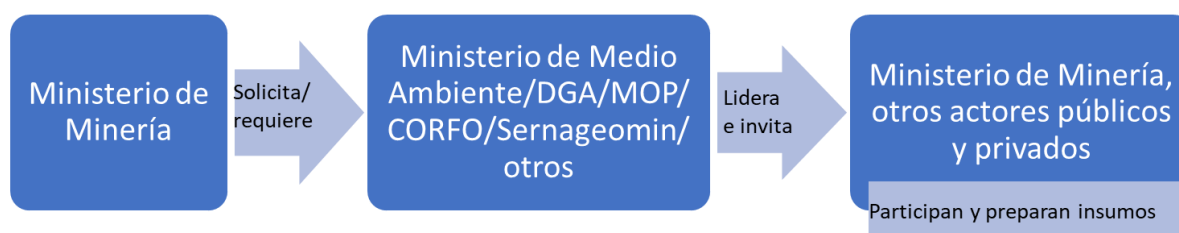
- KPI general: # de tecnologías y empresas en fase comercial y en fase de crecimiento
- Contribución a Metas: Alineado con Objetivo 3
- Responsable: Ministerio de Minería. Participantes: CORFO

#### IV. Esquema de gobernanza

El Ministerio de Minería en general no tiene el mandato de liderar las diferentes líneas de acción en el tema ambiental. Los dos ministerios y servicios públicos clave en las líneas de acción relacionadas con la sustentabilidad ambiental, son el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Obras Públicas. Sin embargo, en muchos casos, los estudios, sistemas de información y proyectos regulatorios necesarios, deben ser inducidos o iniciados por el Ministerio de Minería, sin que el Ministerio de Minería sea el responsable y líder coordinador de la respectiva acción. El Ministerio de Minería debe buscar la coordinación necesaria, incluyendo también los aspectos financieros, con los respectivos organismos públicos.

También, en varios temas, la participación y colaboración del sector privado es indispensable. Participación en llamados de I&D&i, entrega de datos para la plataforma de información y monitoreo, búsqueda de acuerdos para los proyectos de integración hídrica, son solo algunos ejemplos de esta colaboración necesaria.

El siguiente gráfico ilustra el esquema de trabajo propuesto típico:



<sup>60</sup> Ver Copper Applications Technology Roadmap ICA (2017). El cobre UC (ultraconductor) es un material nanocompuesto compuesto de una matriz de metal de cobre integrado con nanocarbono (nanotubos o grafeno).



POLÍTICA  
NACIONAL  
MINERA  
2050

 **#PolíticaNacionalMinera #2050**

El Ministerio de Minería, como responsable principal de la Política Minera, monitorea y da cuenta de los resultados.

En ciertos casos, tales como la gestión de pasivos ambientales, especialmente relaves, el Ministerio de Minería, en este caso a través de Sernageomin, tiene un liderazgo directo en la gestión. En estos casos el Ministerio de Minería es el que lidera e invita.