



SONAMI
SOC. NACIONAL DE MINERÍA

Cadenas de Valor Mineras en Chile: Desafíos, Oportunidades y Miradas para el Futuro

Sociedad Nacional de Minería F.G.

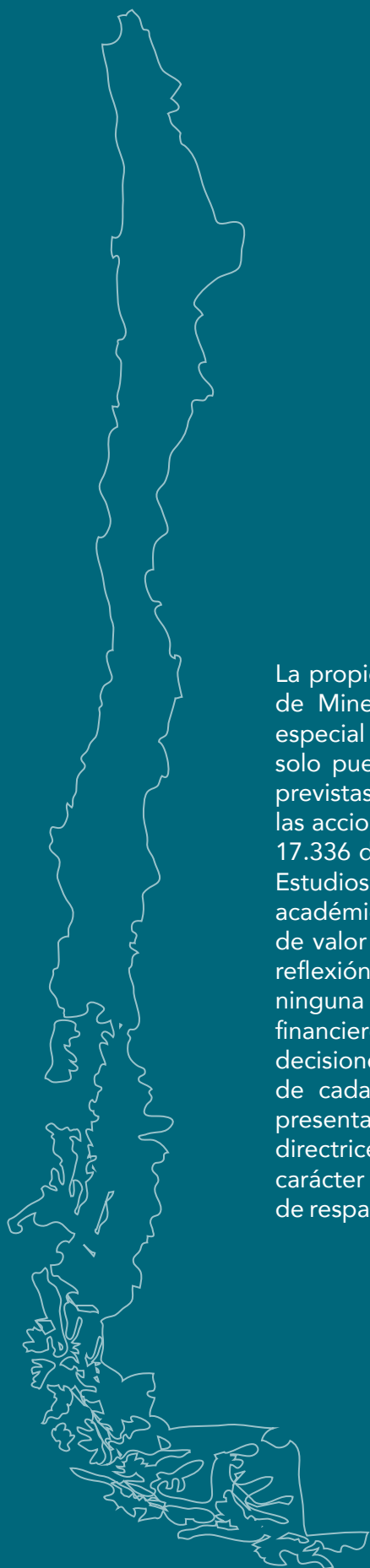
Octubre 2025

Centro de Estudios y Documentación Mineros – CEMS
Gerencia de Estudios



Índice

Declaración del Presidente de la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI)	5
Palabras de la Representante del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo en Chile	6
Introducción: ¿Por qué hablar hoy de cadenas de valor mineras?	7
1. Contexto y objetivo.....	7
2. Exploración y producción: ¿cómo se inicia el desarrollo desde el recurso?	8
2.1. Estado actual de la exploración y producción en Chile	8
2.2. Producción e inversión de la industria chilena	8
2.3. Testimonio: La exploración como herramienta estratégica para el crecimiento minero	9
3. Procesamiento: ¿Qué se hace con el mineral?	10
3.1. Principales rutas de procesamiento en la minería metálica	10
a) Lixiviación y electro-obtención (SX-EW)	10
b) Flotación, fundición y refinación	10
c) Procesamiento de minerales de hierro	11
3.2. Procesamiento de minerales no metálicos.....	11
a) Procesamiento de salmueras de litio.....	11
b) Otros minerales no metálicos.....	12
3.3. Una industria diversa, dinámica y en evolución	12
3.4. Testimonio: Agregando valor al cobre: el rol estratégico de la fundición y refinación local	13
4. Manufactura y uso final: ¿cómo se insertan nuestros minerales en cadenas industriales globales? ..	14
4.1. El vínculo entre la minería nacional y cadenas productivas industriales internacionales.....	14
4.2. Testimonio: El litio chileno: de recurso natural a componente clave de la transición energética	15
5. Proveedores e infraestructura: ¿quién habilita la operación minera en Chile?	16
5.1. Impulso al ecosistema productivo: proveedores, empleo y tecnología	16
5.2. Casos de I+D+i y sofisticación en proveedores nacionales	17
5.3. Infraestructura y colaboración: importantes para una competitividad transversal	18
5.4. Testimonio: La relación estratégica entre proveedores y mineras: un ecosistema de valor compartido	19
6. Más allá de la producción: economía circular y el ciclo de vida	20
6.1. Minería secundaria y recuperación de valor desde residuos	20
6.2. Desempeño ambiental y eficiencia como pilares de competitividad	21
6.3. Cierres de mina: La minería después de la minería.....	22
6.4 Testimonio: Relaves: de problema histórico a oportunidad de crecimiento.....	23
7. Cierre del artículo: una minería que articula, proyecta y crea oportunidades.....	24
7.1. Articulación territorial y productiva de la minería chilena.....	24
7.2. Colaboración SONAMI-BID: fortaleciendo la visión compartida para el desarrollo minero.....	25
Referencias	26



SONAMI
SOC. NACIONAL DE MINERÍA

La propiedad intelectual de este documento corresponde a la Sociedad Nacional de Minería F.G. (SONAMI). Cualquier forma de explotación de esta obra, en especial su uso, reproducción, distribución, comunicación pública o transformación, solo puede ser realizada con la autorización de su titular, salvo las excepciones previstas por la ley. La Sociedad Nacional de Minería F.G. se reserva el ejercicio de las acciones legales correspondientes para el caso de incumplimiento de la Ley N° 17.336 de Propiedad Intelectual. Este estudio ha sido elaborado por el Centro de Estudios y Documentación Mineros de SONAMI (CEMS) con fines estrictamente académicos y analíticos. Su propósito es aportar una mirada general sobre la cadena de valor de la minería en Chile, con el único objetivo de generar insumos para la reflexión y el debate sobre políticas públicas. Este documento no constituye, bajo ninguna circunstancia, una guía estratégica ni una evaluación de carácter comercial, financiero o de inversión para las empresas mineras. SONAMI enfatiza que las decisiones estratégicas, operacionales y de negocio son de exclusiva competencia de cada compañía. Por tanto, las conclusiones, resultados y propuestas aquí presentadas no deben ser interpretadas como recomendaciones, sugerencias ni directrices para las empresas del sector. Toda referencia a faenas o empresas es de carácter estrictamente referencial y no debe interpretarse como una manifestación de respaldo, alineamiento o compromiso de SONAMI ni de sus empresas asociadas.

Declaración del Presidente de la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI)



La minería ha sido, por más de un siglo, uno de los pilares del desarrollo económico y social de Chile. Su aporte no se mide solo en producción o exportaciones, sino también en conocimiento, innovación, empleo de calidad e integración territorial. Cada etapa de la minería chilena ha significado una nueva oportunidad para fortalecer nuestra capacidad de desarrollo y proyectar al país en el mundo.

Hoy, en un contexto internacional marcado por la transición energética, la competencia por minerales estratégicos y la búsqueda de cadenas de suministro más seguras y sostenibles, Chile tiene una responsabilidad y una oportunidad única. Nuestro desafío no es solo mantener el liderazgo minero, sino construir una minería más articulada, más conectada con su entorno y con la economía global, capaz de generar valor en cada eslabón de su cadena productiva.

En ese escenario, la colaboración internacional y el intercambio técnico cobran un valor fundamental. Las transformaciones que enfrenta la industria minera, digitalización, descarbonización, electromovilidad y trazabilidad ambiental, requieren alianzas amplias que integren conocimiento, tecnología y financiamiento. Chile debe aprovechar su reputación y su experiencia para situarse como un actor confiable dentro de las cadenas globales de suministro, contribuyendo no solo con recursos, sino con estándares, innovación y capacidades institucionales.

Al mismo tiempo, es imprescindible reconocer el rol de los territorios mineros y de las personas que sostienen esta actividad. La minería solo tiene sentido si genera progreso compartido, oportunidades para los proveedores locales y desarrollo humano en las regiones donde opera. Esto exige políticas públicas que fortalezcan la educación técnica, la infraestructura, la investigación aplicada y la participación comunitaria, de modo que el crecimiento del sector se traduzca en bienestar tangible para las comunidades.

El análisis que se presenta en este documento busca precisamente abrir esa conversación: comprender cómo se vinculan la exploración, la producción, el procesamiento, la innovación, la infraestructura y los encadenamientos territoriales, y al mismo tiempo identificar nuevos ámbitos donde la minería puede contribuir al desarrollo de capacidades, tecnología y bienestar. Es un punto de partida para seguir fortaleciendo el conocimiento compartido y la colaboración entre actores públicos, privados y académicos, en diálogo permanente con las tendencias y desafíos internacionales.

SONAMI asume ese propósito con convicción. Promover políticas públicas estables, marcos regulatorios modernos y condiciones propicias para la inversión no es solo una aspiración gremial, sino una contribución concreta al futuro del país. Nuestra tarea es seguir impulsando conocimiento, cooperación y diálogo técnico, porque sobre esa base se construye una minería competitiva, sostenible y legítima ante la sociedad.

Este documento es reflejo de ese compromiso y de una mirada de largo plazo. Representa la voluntad de proyectar la minería chilena como una industria del siglo XXI: abierta a la innovación, integrada al mundo y consciente de su responsabilidad con el desarrollo de Chile y sus territorios.



Jorge Riesco V.

Presidente

Sociedad Nacional de Minería F.G.

Palabras de la Representante del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo en Chile



Chile atraviesa un momento decisivo para el futuro de su minería. La acelerada transición energética y tecnológica global —intensiva en cobre, litio y otros minerales críticos— ha puesto al país frente a una oportunidad única: consolidar su liderazgo minero mundial no solo como productor, sino como también como creador de conocimiento, tecnología e innovación. Alcanzar este objetivo exige avanzar hacia una minería más productiva, sostenible e integrada al desarrollo territorial, capaz de generar valor y bienestar en cada eslabón de su cadena.

En esta dirección, la Política Nacional Minera 2050 traza con claridad los grandes retos que el país debe abordar: modernizar su marco institucional y de permisos, fortalecer las condiciones para la inversión responsable, elevar la productividad y competitividad del sector e impulsar la creación de valor agregado en torno a minerales estratégicos como el cobre y el litio. Estos desafíos reflejan una estructura productiva aún concentrada en la exportación de materias primas y la necesidad de potenciar la innovación, la infraestructura y la articulación entre empresas, proveedores y territorios.

Revertir esta tendencia requiere una mirada integral sobre cómo se diseñan y fortalecen las cadenas de valor mineras, de modo que la riqueza mineral del país se traduzca en desarrollo sostenible, capital humano especializado y nuevas oportunidades tecnológicas e industriales. Observar la minería desde esta perspectiva permite reconocer su rol estructural como generador de riqueza, empleo de calidad y desarrollo territorial.

Desde el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), acompañamos este proceso promoviendo condiciones habilitantes para una minería más moderna, sostenible e inclusiva. Esto abarca el fortalecimiento de marcos regulatorios, la digitalización y simplificación de trámites, el fomento a la innovación y la transferencia tecnológica, el desarrollo de capacidades, y el apoyo a la creación de encadenamientos productivos robustos que generen beneficios compartidos en las regiones mineras. Nuestro objetivo es claro: seguir apoyando a Chile en su tránsito hacia un modelo minero que no solo exporte minerales, sino también conocimiento, tecnología y soluciones sostenibles que contribuyan a la transformación productiva del país.

Este informe, elaborado por el Centro de Estudios y Documentación Mineros (CEMS) de la Gerencia de Estudios de SONAMI, con el apoyo técnico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), reúne las miradas de diversos actores del ecosistema minero chileno y analiza con profundidad cómo la minería nacional puede aumentar su contribución al desarrollo integral de Chile. Esta publicación invita a reflexionar sobre el papel estructural de la minería como motor de desarrollo, competitividad e integración productiva para Chile y la región.

Estamos convencidos de que esta publicación será un valioso aporte para la reflexión y acción conjunta entre Estado, industria, academia y sociedad civil, orientando los próximos pasos hacia una minería más competitiva, resiliente y generadora de valor para todos los chilenos.



Katharina Falkner-Olmedo
Representante del Grupo Banco
Interamericano de Desarrollo en Chile



Crédito: Teck

Introducción: ¿Por qué hablar hoy de cadenas de valor mineras?



1. Contexto y objetivo

El mundo vive una transición energética y tecnológica sin precedentes que es, en su esencia, intensiva en minerales. La electromovilidad, las energías renovables y la digitalización global han generado una demanda por cobre y otros minerales críticos que, según diversas proyecciones, la oferta actual y futura posiblemente no logrará satisfacer. En este escenario global de demanda creciente, Chile -uno de los principales países mineros del mundo- se enfrenta a grandes desafíos: productividad estancada, falta de nuevos proyectos, extensos plazos de tramitación de permisos, altos costos operativos, entre otros. Sin embargo, más allá de estos obstáculos, surge una pregunta clave: ¿cómo generar más valor a partir de la minería? Esto implica repensar no solo cuánto se produce, sino cómo se estructura la cadena de valor minera en Chile, qué capacidades se desarrollan localmente y cómo se conecta esta actividad con el resto de la economía nacional y mundial.

La verdadera resiliencia y el potencial futuro de la minería chilena no residen únicamente en sus reservas geológicas, sino también en el ecosistema de alta complejidad que ha articulado a su alrededor: una robusta cadena de valor que abarca desde proveedores de clase mundial y capital humano especializado, hasta infraestructura crítica y un creciente desarrollo en economía circular. La competitividad del sector y su capacidad para atraer la inversión necesaria para reactivar el crecimiento dependen de la fortaleza de esta cadena, así como de políticas públicas con visión de largo plazo que fomenten la innovación, habiliten nuevas infraestructuras y garanticen la estabilidad de las reglas que les rigen. Observar la minería a través del lente de su cadena de valor permite comprender su rol estructural como motor del desarrollo económico y territorial en toda su magnitud.

Por esta razón, la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) impulsan esta nota técnica conjunta, con el objetivo de ofrecer una visión sectorial y estratégica sobre los distintos eslabones que componen la cadena de valor minera en Chile.

A través de un análisis por etapas, se buscará destacar las capacidades instaladas, identificar los desafíos emergentes y, con una mirada hacia el futuro, proyectar las oportunidades que pueden consolidar a Chile no solo como un proveedor de minerales, sino como un líder en valor agregado en conocimiento, tecnología y sostenibilidad dentro de las cadenas globales de suministro para la transición energética.



2. Exploración y producción: ¿cómo se inicia el desarrollo desde el recurso?

2.1. Estado actual de la exploración y producción en Chile

La exploración constituye la etapa inicial de todo proyecto minero y es fundamental para su desarrollo futuro, ya que permite estimar la presencia de mineral disponible —es decir, los recursos y reservas del yacimiento— sobre los cuales se planifica toda la explotación. La explotación minera de pequeña escala cumple también un rol explorador, al permitir confirmar indicios superficiales de mineralización e identificar estructuras geológicas que pueden corresponder a yacimientos de mayor tamaño.

Pese a su importancia en el descubrimiento de nuevos yacimientos, el presupuesto global para exploración ha experimentado caídas desde 2022, aunque aún se mantiene por sobre los niveles registrados hace una década. En este contexto, Chile se posiciona como el cuarto país con mayor inversión en exploración a nivel mundial y el primero en América Latina con un presupuesto de exploración de US\$832,7 millones (Cochilco, 2024b), aunque esta posición podría cambiar dependiendo de las políticas públicas que se implementen para fomentar dicha inversión.

Al desglosar el presupuesto de Chile, se observa un estancamiento en la inversión en exploración básica (SONAMI, 2025b). Esto implica que los recursos se concentran mayoritariamente en operaciones existentes (proyectos *brownfield*), en lugar de destinarse a la búsqueda de nuevos yacimientos (proyectos *greenfield*). En este sentido, es clave recordar que proyectos originalmente pequeños pueden transformarse en grandes operaciones, como fue el caso de Los Pelambres, que comenzó como una faena subterránea de menor escala y hoy es un rajo abierto con una producción superior a las 330.000 toneladas de cobre fino en 2024.

Chile ha duplicado el volumen de procesamiento de mineral en la minería del cobre durante los últimos 20 años. Sin embargo, este aumento no se ha traducido en un mayor volumen de cobre producido, principalmente por la disminución progresiva de la ley media del mineral, que ha pasado de un promedio de 1,1% a 0,6% en las últimas dos décadas (Sernageomin, 2024). Esta tendencia destaca la importancia de promover la exploración geológica, con el objetivo de revertir la ralentización productiva y fortalecer la competitividad sostenible del sector minero en el país.

2.2. Producción e inversión de la industria chilena

Ante el actual escenario geopolítico y la urgencia de la transición energética global, es un imperativo para Chile identificar y desarrollar su portafolio de minerales clave para el futuro. El país cuenta con una dotación geológica privilegiada que incluye una canasta diversa de estos elementos, destacando su liderazgo mundial en cobre y litio. Adicionalmente, posee un potencial significativo en otros minerales de alto valor como el molibdeno, renio y cobalto, que a menudo se obtienen como subproductos de la minería cuprífera, así como en tierras raras, presentes en ciertos tipos de arcillas y en depósitos de relaves. Gestionar este portafolio de manera integral permite fortalecer y diversificar la cadena productiva nacional, asegurando un suministro sostenible para el mundo.

En términos de producción, la industria minera chilena se divide en minería metálica y no metálica. En el ámbito metálico, Chile se destaca como el principal productor mundial de cobre y de renio, y ocupa el segundo lugar en la producción de molibdeno. En este contexto, el país produce y exporta concentrados, ánodos y cátodos de cobre como parte de su cadena productiva. Por otro lado, en minería no metálica, lidera la producción global de yodo y nitratos naturales, y se posiciona como el segundo mayor productor de litio del mundo.

En 2024, la producción mundial de cobre alcanzó los 23 millones de toneladas, de las cuales Chile aportó aproximadamente un 24%, le sigue el Congo (14%), Perú (11%), China (8%) y Estados Unidos (5%) (USGS, 2025).

La cartera de inversiones mineras proyectada para Chile en el período 2024-2033 asciende a 83.181 millones de dólares, distribuidos en 51 proyectos a ejecutarse dentro de ese mismo horizonte (Cochilco, 2024c). Sin embargo, menos de la mitad cuenta con la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) aprobada. Si bien este catastro de proyectos representa el valor más alto desde 2014, al considerar la pérdida de poder adquisitivo de la moneda el monto real resulta inferior al correspondiente al período 2023-2032.

La industria minera chilena se caracteriza por una notable heterogeneidad. Existe una gran minería que aporta cerca del 95% de la producción nacional (Cochilco, 2025b), mientras que la mediana y pequeña minería también desempeñan un papel clave, especialmente en las zonas norte y centro del país. En regiones como Atacama y Coquimbo, por ejemplo, esta industria representa el 45% y 21% del Producto Interno Bruto (PIB) regional, respectivamente (Banco Central de Chile, 2025).

2.3. Testimonio: La exploración como herramienta estratégica para el crecimiento minero



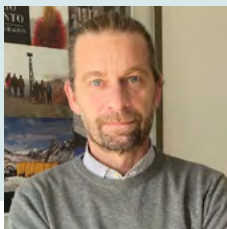
En Rio Tinto, entendemos la exploración como una herramienta estratégica que va más allá de la búsqueda de nuevos recursos: constituye el punto de partida para encontrar mejores maneras de ofrecer los materiales que el mundo necesita, tanto para el crecimiento, como para la innovación y la toma de decisiones informadas de la compañía. Con más de 37 años de presencia en Chile, hemos desarrollado un conocimiento técnico y territorial profundo, que nos permite identificar oportunidades, anticipar riesgos y apoyar a nuestros grupos de productos en la priorización de iniciativas alineadas con la estrategia global de Rio Tinto. Esta experiencia ha sido clave para consolidar el posicionamiento de Chile dentro de nuestro portafolio global de exploración.

Hoy enfrentamos grandes desafíos. Asegurar el acceso oportuno a la propiedad minera resulta fundamental para garantizar la continuidad de los proyectos de exploración. Al mismo tiempo, enfrentamos el incremento sostenido de los costos y la necesidad de optimizar los procesos de tramitación de permisos ambientales y sectoriales, siempre manteniendo los más altos estándares de desempeño. También vemos oportunidades concretas para que se fortalezca la exploración mediante incentivos y la generación de información geológica básica, como datos geoquímicos accesibles, que reduzcan la incertidumbre y promuevan nuevos proyectos de exploración.

Chile ofrece un entorno maduro, estable y seguro para la inversión minera. En este contexto, la exploración se proyecta como un motor esencial de crecimiento nacional sostenible y una oportunidad de negocios para compañías que invierten en el país. La incorporación de nuevas tecnologías, el uso intensivo de datos y la colaboración entre actores públicos y privados serán determinantes para avanzar. En Rio Tinto, valoramos especialmente las alianzas estratégicas, como las que hemos impulsado recientemente junto a Codelco y Enami en diversos *joint ventures*. Nuestro propósito es posicionarnos como un actor relevante en la industria minera chilena, explorando con nuestros socios y desarrollando proyectos que contribuyan al desarrollo responsable del país.



RioTinto



Jason Campbell
Exploration Manager
Rio Tinto



3. Procesamiento: ¿Qué se hace con el mineral?

Para integrarse a los mercados globales, el mineral debe ser transformado en productos intermedios o finales con especificaciones técnicas que respondan a las necesidades de industrias específicas, como la construcción, la energía, la electromovilidad o la manufactura avanzada. En este contexto, el procesamiento se convierte en una etapa clave de la cadena minera, ya que permite agregar valor al recurso, habilitar su comercialización internacional y, en muchos casos, capturar subproductos de alto valor estratégico.

En Chile, la minería metálica y no metálica generan una amplia gama de productos y subproductos que generan alto interés económico y tecnológico. Esta diversidad responde a la aplicación de distintas rutas de procesamiento, diseñadas para aprovechar al máximo las características de cada yacimiento. Así, el sector integra tecnologías y modelos productivos que van desde procesos industriales de alta complejidad hasta operaciones más simples, pero relevantes para las economías regionales. Este rasgo constituye una ventaja estratégica en un escenario global donde la demanda por minerales críticos y nuevos materiales se vuelve más dinámica y especializada.

3.1. Principales rutas de procesamiento en la minería metálica

a) Lixiviación y electro-obtención (SX-EW)

Los minerales oxidados de cobre siguen una ruta de procesamiento en base a la lixiviación, extracción por solventes y electro-obtención (SX-EW), la cual consiste en disolver el mineral en una solución de ácido sulfúrico, recuperar una solución rica en cobre y posteriormente extraerlo mediante electro-obtención. El producto final es un cátodo de alta pureza. En promedio, Chile produce un millón y medio de toneladas de cobre fino al año por esta vía (Cochilco, 2025a). Es un método de recuperación con un bajo impacto ambiental y una alta eficiencia energética, sin embargo, su aplicación está limitada a minerales oxidados, los cuales son cada vez más escasos. No obstante, varias compañías están trabajando en desarrollar y pilotear distintas tecnologías que permitan lixiviar minerales con diversas características geometalúrgicas (por ejemplo sulfuros primarios) lo que permitiría ampliar la aplicación de este tipo de procesos.

b) Flotación, fundición y refinación

Por otra parte, los minerales sulfurados de cobre deben seguir una línea de procesamiento distinta. En primera instancia, deben pasar por un proceso de molienda y flotación en donde se obtiene un concentrado rico en cobre y otros metales afines, el cual puede ser comercializado directamente -en promedio cuatro millones de toneladas de cobre fino al año lo son (Cochilco, 2025a)- o seguir a la cadena pirometalúrgica. La fundición trata concentrados de cobre para separar el metal del resto de los minerales; en esta etapa se producen ánodos de cobre, los cuales, al igual que en la etapa anterior, pueden ser comercializados directamente, o pasar a una última fase de electrorrefinación y obtener así cátodos de alta pureza. En el proceso de fusión se producen gases que pueden transformarse en ácido sulfúrico, que también es comercializado, y escorias que, en algunos casos, pueden valorizarse mediante nuevos procesos o usos.

Actualmente, Chile cuenta con fundiciones privadas como Altonorte (Glencore) y Chagres (Anglo American), que destacan por sus altos estándares de captura de emisiones y eficiencia (Glencore, 2023), (Anglo American, 2022). A esto se suma el proyecto de modernización de la fundición Hernán Videla Lira (ENAMI), que daría lugar a una instalación de estándar mundial, e integraría una refinería y una planta para recuperar metales nobles como oro y plata, fortaleciendo la participación de la pequeña y mediana minería en la cadena de valor sector (SONAMI, 2025). Por otra parte, el Estado, a través de Codelco, cuenta con 3 fundiciones integradas a sus operaciones mineras, Chuquicamata, Caletones de División El Teniente y Potrerillos de División El Salvador.



Crédito: Teck

c) Procesamiento de minerales de hierro

En Chile la producción de hierro se basa principalmente en la magnetita, que se concentra mediante chancado, molienda y separación magnética para obtener concentrado de hierro o pellet feed sin uso de reactivos químicos, lo que contribuye a un menor impacto ambiental. Parte importante de este mineral se transforma en pellets y otra en concentrado, incorporando también la recuperación de hierro desde relaves. En 2023 la producción nacional creció 3,5%, equivalente a 383.569 toneladas adicionales de finos, reflejando su aporte sostenido a la matriz minera del país.

3.2. Procesamiento de minerales no metálicos

La minería no metálica en Chile presenta una diversidad de procesos productivos que varían según el tipo de yacimiento, la composición del recurso y el uso industrial del producto final. A diferencia del cobre, el litio y los minerales no metálicos no siguen rutas estandarizadas de procesamiento a nivel global, lo que ha dado lugar a soluciones locales adaptadas a la geología y necesidades de cada región.

a) Procesamiento de salmueras de litio

El método tradicional para extraer litio de los salares en el norte de Chile es la concentración por evaporación solar, la cual permite recuperar el litio, pero además, elementos de alto valor como sales de potasio y boro. Sin embargo, este modelo productivo enfrenta un dilema estratégico: su alta eficiencia en la co-producción de minerales contrasta con desafíos de sostenibilidad, que incluyen procesos con grandes consumos hídricos en zonas de escasez, extensos tiempos de procesamiento (de 10 a 18 meses) y un uso intensivo de superficie. Los principales productos de esta ruta son el carbonato e hidróxido de litio, con producciones promedio durante la última década cercanas a 110.000 y 10.000 toneladas anuales, respectivamente (Cochilco, 2024a).

Frente a esto, han emergido tecnologías de Extracción Directa de Litio (DLE), que permiten obtener litio en cuestión de horas y reinyectar gran parte del agua al salar. Estas tecnologías presentan una mayor eficiencia de recuperación (80-90%), menor consumo hídrico y una huella territorial significativamente menor. No obstante, existen desafíos en su implementación; como el consumo energético, la reinyección y la valorización de subproductos, entre otros (SONAMI, 2024).



b) Otros minerales no metálicos

Uno de los segmentos más relevantes de la minería no metálica es el de los minerales industriales extraídos desde canteras, como caliza, arcillas, yeso, cuarzo, rocas ornamentales, áridos, sal y nitratos naturales. Su procesamiento suele incluir chancado, molienda, clasificación y secado, aunque algunos requieren tratamientos térmicos o químicos más complejos, como la calcinación de la caliza para producir cal viva o la activación térmica de ciertas arcillas para usos cerámicos, cementeros o tecnológicos. Los áridos, por su parte, son insumos esenciales para la construcción de infraestructura. Mientras que la sal se utiliza en industrias estratégicas, como son la química, la alimentaria y la minería, en donde se utiliza en etapas de procesamiento como la lixiviación. Así también los nitratos naturales mantienen aplicaciones actuales en la producción de fertilizantes y otros compuestos químicos de alto valor.

Aunque en algunos casos se trata de productos de menor valor unitario, la minería no metálica sostiene un papel estructural en las economías regionales gracias a su demanda masiva y a su cercanía con proyectos mineros o urbanos. Este segmento genera empleo y encadenamientos productivos con sectores como la construcción, el transporte y la industria química, aportando diversidad y un valor estratégico que complementa la matriz minera nacional (Sernageomin, 2011).

3.3. Una industria diversa, dinámica y en evolución

La variedad de rutas de procesamiento presentes en Chile —incluyendo lixiviación, flotación, fundición, evaporación solar, extracción directa, y tratamientos térmicos o mecánicos— refleja la capacidad técnica y operativa del país para adaptarse a múltiples tipos de yacimientos y demandas de mercado. Esta diversidad no solo permite responder a la naturaleza específica de cada recurso, sino que también genera oportunidades para capturar valor adicional a lo largo de la cadena productiva.

Un ejemplo clave de esta capacidad de generación de valor está en la recuperación de subproductos. Los concentrados de cobre no solo contienen cobre, sino también elementos de alto valor como molibdeno, renio, oro y plata. Según datos recientes, Chile produce anualmente alrededor de 50.000 toneladas de molibdeno y 28 toneladas de renio (USGS, 2025), además de 20 toneladas de oro y 730.000 toneladas de plata (Cochilco, 2024a). La valorización de estos elementos permite ampliar la rentabilidad de las operaciones mineras y diversificar la oferta exportable. Además, el país ha comenzado a explorar el potencial de recuperación de minerales críticos desde flujos secundarios, como relaves históricos y depósitos de escorias. En este contexto, el cobalto y las tierras raras están siendo objeto de estudios para su eventual extracción desde residuos mineros.

La capacidad del sector para adaptarse tecnológicamente a nuevos desafíos —ya sea a través de innovación en procesos, recuperación de subproductos o integración de nuevas tecnologías de procesamiento— constituye una ventaja estructural para Chile. En un escenario global marcado por la demanda creciente de insumos estratégicos, esta flexibilidad no es solo una fortaleza operativa, sino un activo geopolítico.



Crédito: CENIM

3.4. Testimonio: Agregando valor al cobre: el rol estratégico de la fundición y refinación local



El procesamiento de minerales representa una etapa crítica en la cadena de valor del cobre, no solo por su impacto en los costos de producción, sino también por su influencia directa en la huella ambiental del producto final. En un contexto global donde el cómo se produce es tan relevante como el qué se produce, avanzar hacia procesos eficientes y sustentables de beneficio, fusión y refinación es imperativo. La incorporación de energías renovables, la reutilización de aguas y el uso de fuentes alternativas, como aguas grises, son ejemplos concretos de cómo podemos reducir la huella de carbono y mitigar la presión sobre recursos hídricos esenciales para el consumo humano.

En Chile, contar con instalaciones de fundición y refinación cercanas a las minas y puertos permite disminuir significativamente el volumen de material a transportar, lo que se traduce en una menor huella de carbono y en una ventaja competitiva al posicionar nuestro cobre como un producto con sello sustentable. Esta proximidad geográfica es estratégica y debe ser fortalecida.

No podemos ignorar que China mantiene una posición dominante en el mercado de fundiciones, lo que le otorga control sobre el abastecimiento de cobre refinado. Chile, como principal productor mundial, tiene una oportunidad única de equilibrar esta balanza. Contamos con el conocimiento, las capacidades humanas y la infraestructura para ser un actor relevante en este segmento, lo que permitiría diversificar nuestra participación y fortalecer nuestro posicionamiento estratégico como producto minero.

Además, las operaciones de fundición y refinación generan polos de desarrollo económico y social en las comunidades donde operan. Más allá del empleo directo e indirecto, las compañías impulsan programas de educación, salud y bienestar que mejoran la calidad de vida de la población.

Para consolidar este rol estratégico, las políticas públicas deben actuar en distintos horizontes. En el corto plazo, es urgente aprobar instrumentos regulatorios que permitan valorizar subproductos como las escorias de hierro, respaldados por experiencias internacionales. A mediano plazo, las regulaciones ambientales deben ser coherentes y razonables, considerando la antigüedad de algunas instalaciones. Y en el largo plazo, debemos invertir en investigación para ampliar la matriz de subproductos que podrían abrir nuevas fuentes de ingreso y fortalecer nuestra competitividad frente a actores dominantes.



Claudia Garrido Stuardo
Gerenta General
Fundición Chagres, Anglo American

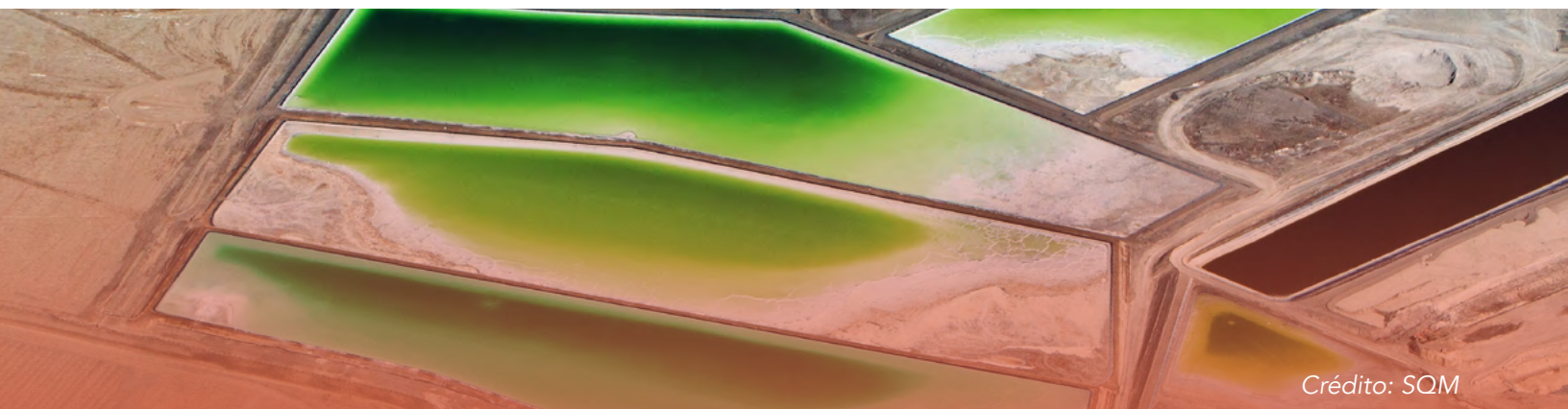


4. Manufactura y uso final: ¿cómo se insertan nuestros minerales en cadenas industriales globales?

4.1. El vínculo entre la minería nacional y cadenas productivas industriales internacionales

Los minerales son esenciales en la fabricación de bienes de uso cotidiano, y el cobre destaca por su relevancia en diversos sectores estratégicos. Un auto convencional requiere en promedio 23 kilogramos de cobre, un híbrido 40 kilogramos y uno eléctrico hasta 83 kilogramos (International Copper Association, 2017a). Actualmente, se producen cerca de 90 millones de autos ligeros convencionales (CRU, 2024) alrededor del mundo y se proyecta que la producción de vehículos eléctricos tenga una mayor relevancia en los próximos años. En este contexto, Chile cumple un rol estratégico en las cadenas productivas globales gracias a su liderazgo en la producción de minerales clave, especialmente cobre, fundamental para la transición energética. Este metal chileno es indispensable en la electromovilidad, energías limpias, construcción y tecnologías de la información.

Actualmente existen múltiples compromisos y metas a nivel global orientados a mitigar los efectos del cambio climático, entre ellos la meta de alcanzar emisiones netas cero al año 2050. La minería chilena actúa como un habilitador crítico para la transición energética mundial. Actualmente la demanda de cobre del mundo es de 26 millones de toneladas, donde 7,7 millones de toneladas se destinan a energías limpias (redes eléctricas, vehículos eléctricos, paneles solares, entre otras aplicaciones), lo que significa un 29% de la demanda. Se espera que para 2050, la demanda de cobre ascienda a 37,5 millones de toneladas de las cuales, 13 millones (o el 35% de la demanda) se destinará a energías limpias, esto implica un aumento del 70%. La demanda del litio para energías verdes se proyecta que aumente desde 128 mil toneladas (62% de la demanda total) en 2024 a 1 millón de toneladas (90%) para 2050, lo que supone un aumento de cerca del 700% (International Energy Agency, 2025). Por lo tanto, y para cumplir con las actuales metas, es importante que la producción nacional crezca en grandes proporciones con el fin de seguir abasteciendo a las cadenas productivas industriales internacionales.



4.2. Testimonio: El litio chileno: de recurso natural a componente clave de la transición energética



Chile es un actor central en la transición energética global. En 2024 aportó el 22% del suministro mundial de litio y, junto a Argentina, concentra más del 40% de las reservas globales. SQM, empresa chilena y principal productor mundial, representó el 17% de la producción global.

La compañía obtiene litio a partir de salmueras del Salar de Atacama, uno de los lugares más eficientes y sostenibles para su extracción, gracias a su alta concentración y condiciones naturales excepcionales. Además, opera la mayor refinería de litio del mundo en Antofagasta, donde produce carbonato e hidróxido grado batería. Esta integración permite a Chile capturar mayor valor agregado y fortalecer encadenamientos industriales internacionales.

El sector enfrenta desafíos significativos: la presión por aumentar la producción, la necesidad de reducir el impacto ambiental y la huella hídrica, y las crecientes exigencias de trazabilidad y legitimidad social. La empresa ha respondido con una estrategia holística. La alianza con Codelco garantiza la producción hasta 2060 y eleva la participación estatal en los ingresos, alcanzando hasta un 85% del margen operativo desde 2031, a través de pagos a CORFO, impuestos y utilidades de Codelco.

La consulta indígena liderada por CORFO, concluida en agosto de 2025, fue condición para el acuerdo SQM–Codelco. En ella participaron 28 comunidades y 23 asociaciones. El nuevo modelo combina asignaciones fijas anuales y componentes variables ligados a la producción y al precio del litio. Los fondos se orientan a proyectos comunitarios y se creó un fondo intergeneracional para adultos mayores atacameños. Este esquema reemplaza el marco vigente desde 2018. Entre 2018 y 2024, la compañía ha aportado más de USD 6.000 millones mediante su contrato de arrendamiento, de los cuales más de USD 500 millones se destinaron a comunidades indígenas y desarrollo regional.

En materia ambiental, la firma ha reducido significativamente su huella hídrica. Opera con niveles de extracción de salmuera un tercio por debajo del permiso ambiental y con uso de agua industrial más de la mitad inferior al límite permitido. Al mismo tiempo, ha triplicado su producción de litio, demostrando una gestión eficiente y responsable de los recursos naturales. Según Benchmark Minerals Intelligence, su litio posee la menor huella de carbono de la industria. Asimismo, ha alcanzado el nivel de cumplimiento IRMA más alto del sector, estándar reconocido como el más robusto e integral en minería.

Mirando al futuro, la empresa se ha fijado metas ambientales ambiciosas respaldadas por su plan de innovación sostenible “Salar Futuro”, que busca incrementar la producción eliminando el uso de agua continental en el Salar de Atacama y optimizando la eficiencia en el uso de recursos naturales mediante tecnologías avanzadas y energías renovables. Ha evaluado más de 140 tecnologías y realizado 12 pilotos para optimizar sus procesos a través de un enfoque que combina diversas soluciones. El proyecto ingresará a evaluación ambiental en 2026, y ya se trabaja con comunidades indígenas en una participación temprana para su elaboración.

Este enfoque integral y transparente consolida a SQM y a Chile como referentes internacionales en la producción responsable de litio, capaces de responder a los desafíos globales y fortalecer su liderazgo en las cadenas industriales del futuro.



Stefan Debruyne
Director of External Affairs
SQM



5. Proveedores e infraestructura: ¿quién habilita la operación minera en Chile?

5.1. Impulso al ecosistema productivo: proveedores, empleo y tecnología

En 2024, el PIB minero en Chile representó aproximadamente un 11,7% del PIB nacional (Banco Central de Chile, 2025). Esta participación se traduce en alrededor de 286 mil empleos directos y en cerca del 25% del total de la formación bruta de capital fijo del país. No obstante, el impacto de la minería va mucho más allá de estas cifras directas. Al considerar sus encadenamientos productivos con otras industrias se generan aproximadamente 900 mil empleos indirectos y una densa infraestructura logística en la economía nacional: plantas desalinizadoras para el abastecimiento de agua de mar, terminales portuarios, redes viales y férreas, telecomunicaciones, redes eléctricas, entre otras.

La minería también actúa como un nodo central de demanda para otros sectores productivos. Por ejemplo, un 21% de las ventas del sector electricidad, gas, agua y gestión de desechos tienen como destino la minería. De igual forma, las industrias manufactureras y los servicios empresariales destinan un 9% y 12% de sus ventas, respectivamente, al sector minero, principalmente a través de proveedores especializados (Banco Central de Chile, 2025). Esto evidencia la fuerte influencia aguas arriba que ejerce la minería sobre el resto de la economía.

En el ámbito externo, el sector minero representa el 60% de las exportaciones del país (Banco Central de Chile, 2025), constituyendo así la principal fuente de ingreso de divisas. Esta posición contribuye de manera significativa a la estabilidad del tipo de cambio y, por ende, al equilibrio macroeconómico de Chile.

Por último, cabe destacar el ecosistema de investigación, desarrollo e innovación asociado a la minería en Chile. Actualmente, existen cerca de 350 investigadores con grado de doctor que trabajan en actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) vinculadas al sector, distribuidos en universidades, centros tecnológicos y otras instituciones público-privadas (International Copper Association, 2017b). Este ecosistema cumple un rol fundamental en la generación de capacidades, la mejora continua de procesos y el desarrollo de soluciones tecnológicas para una minería más eficiente y sostenible.



Crédito: Teck

5.2. Casos de I+D+i y sofisticación en proveedores nacionales

Los desafíos que enfrenta la minería a nivel global, y particularmente en Chile, han sido un motor clave en el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones, tanto desde las empresas mineras como desde su cadena de proveedores. Esto ha sido impulsado, a su vez, por políticas públicas y alianzas estratégicas enfocadas al fomento de I+D+i, las cuales han hecho que las empresas proveedoras evolucionen en aspectos como un mayor enfoque en la eficiencia, sustentabilidad, digitalización y tecnologías emergentes, desarrollo de soluciones específicas para la minería subterránea, seguridad laboral, y la internacionalización de sus bienes y servicios (SUBREI, 2024).

En Chile, al año 2023, se registran 8.428 empresas catalogadas como proveedoras de la minería, de las cuales un 37% corresponde a pymes y un 17% a grandes empresas. El resto se distribuye entre microempresas o casos sin información disponible, según datos de la Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI) y ProChile. En cuanto a las exportaciones, un total de 639 empresas proveedoras realizaron exportaciones directas: 441 correspondieron a grandes empresas y 197 a pymes (SUBREI, 2024).

Con respecto a la caracterización de las exportaciones de proveedores mineros, se evidencia una evolución hacia productos y servicios de mayor complejidad tecnológica y valor agregado. En 2023, la exportación de servicios alcanzó un 18% del total, un salto significativo desde el 6% registrado en 2017. El principal destino es América Latina, que concentra el 61% de estas exportaciones; dentro de la región, Perú destaca con un 57% del total. El 82% restante corresponde a bienes, y su composición confirma el alto valor agregado del sector: el 82% de estos son productos tecnológicos, lo que evidencia la consolidación de una cadena de proveedores que se aleja de la exportación de materias primas (SUBREI, 2024).

Existen varios ejemplos de empresas proveedoras de la minería que han demostrado un notable avance en el desarrollo de soluciones tecnológicas con alto valor agregado, las cuales han logrado posicionarse en mercados internacionales. Entre estas innovaciones destacan tecnologías de biolixiviación aplicadas a minerales de baja ley, el tratamiento avanzado de residuos industriales complejos para su reintegración a procesos productivos, y el diseño de componentes eléctricos especializados adaptados a condiciones extremas de faenas mineras, tanto de rajo abierto como subterráneas. Muchas de estas tecnologías han sido protegidas mediante patentes y han logrado validación comercial fuera del país, lo que evidencia que la industria proveedora chilena no solo fortalece la competitividad local, sino que también abre camino a una minería más tecnológica, sostenible y global.



Crédito: CENIM

5.3. Infraestructura y colaboración: importantes para una competitividad transversal

Actualmente, la minería chilena enfrenta dificultades cada vez mayores para su desarrollo. El envejecimiento de los yacimientos, la disminución paulatina de las leyes de mineral, la mayor dureza de la roca, el aumento de los costos, la creciente escasez hídrica, la complejidad para obtener permisos socioambientales y la preocupación por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), son algunos de los desafíos estructurales que marcan el presente y futuro del sector. En este contexto, el modelo tradicional, en el que cada proyecto desarrolla su propia infraestructura de gran escala, ha demostrado ser cada vez menos conveniente desde el punto de vista económico. Por ello, en la industria minera ha comenzado a instalarse un cambio de paradigma hacia modelos de colaboración. Este enfoque, que se ve favorecido por economías de escala, se ha vuelto una condición necesaria para sostener la competitividad del sector.

El caso más claro para esta transformación es la seguridad hídrica. Una solución natural pareciera ser el desarrollo de grandes plantas desaladoras y acueductos troncales de uso multi-cliente. Esta aproximación colaborativa reduce drásticamente el costo de capital y el precio final del agua para cada usuario. Al mismo tiempo, se logra una menor huella ambiental, considerando que impulsar el agua desalinizada puede ser más de dos veces el costo energético a desalinizarla (Cochilco, 2024d). Este modelo es, además, un poderoso habilitador, siendo la mediana minería una de las principales beneficiadas. Al ser más sensible a las altas inversiones de capital y enfrentar mayores desafíos de financiamiento que la gran minería, el acceso a infraestructura compartida se convierte para ella en un factor decisivo que viabiliza proyectos y destraba su potencial de crecimiento.

Esta misma lógica de eficiencia se aplica a la infraestructura logística que conecta la mina con los mercados globales. La optimización de los terminales portuarios para que operen como instalaciones multi-propósito y la revitalización de la red ferroviaria para el transporte de carga, ofrecen ventajas competitivas y de sostenibilidad sustanciales: disminuyen la congestión vial, reducen la huella de carbono por tonelada transportada y mejoran la convivencia con las comunidades.

Un ejemplo de colaboración es la sinergia operacional anunciada entre Codelco Andina y Anglo American Sur - Los Bronces (Anglo American, 2025a). Dado que se trata de yacimientos contiguos, ambas compañías establecieron un acuerdo para integrar sus planes mineros, lo que les permite optimizar la explotación y maximizar la recuperación del recurso, con una visión de largo plazo. Esta visión integradora es el pilar de la propuesta de desarrollar **Distritos Productivos Mineros** (SONAMI, 2025a). Estudios como los impulsados por el sector público y gremial proponen una planificación territorial que identifique y potencie las sinergias entre operaciones mineras cercanas y su cadena de proveedores. El objetivo es concebir estos distritos como ecosistemas donde no solo se comparte infraestructura crítica, sino que también se fomenta la especialización de proveedores locales, se crean centros de innovación y se coordina la inversión social.

En definitiva, el futuro competitivo de la minería chilena depende de una visión sistémica de colaboración entre un Estado facilitador y un sector privado que invierta. El principal desafío para materializarla es superar barreras regulatorias, como la incertidumbre y los extensos plazos asociados a la reevaluación ambiental de infraestructura existente cuando se busca compartirla con terceros. Por ello, modernizar el marco normativo para incentivar y dar certeza a estas sinergias es un paso fundamental para consolidar la industria.

5.4. Testimonio: La relación estratégica entre proveedores y mineras: un ecosistema de valor compartido



Cuando se reflexiona sobre quién habilita realmente el negocio minero —¿los proveedores o las compañías mineras? — la respuesta es clara: no puede existir uno sin el otro. Esta relación se remonta a los inicios de la industrialización de la minería en Chile, cuando el suministro de equipos y componentes comenzó a dar forma a una colaboración que ha evolucionado con el tiempo.

Desde el auge de la gran minería del cobre en el siglo XX, Chile ha desarrollado un ecosistema de proveedores altamente especializado. Lo que comenzó como una dependencia de soluciones importadas se transformó en una oportunidad para empresas locales, que crecieron ofreciendo servicios de ingeniería, logística y fabricación, impulsadas por la colaboración con universidades, centros tecnológicos y políticas públicas orientadas a la innovación. Hoy, este sector entrega soluciones de clase mundial, con presencia regional e internacional.

Desde el Centro Nacional de Pilotaje (CNP) trabajamos precisamente en ese punto de conexión entre la innovación y la operación minera, facilitando que nuevas tecnologías sean validadas en faenas reales y puedan escalar a nivel industrial. Nuestra misión es reducir las brechas de adopción tecnológica, generando evidencia y confianza entre proveedores y compañías mineras.

En materia de innovación, los proveedores no solo introducen tecnologías y mejoras operacionales, sino que también actúan como socios estratégicos, recogiendo las necesidades de quienes operan en terreno y respondiendo con servicios ampliados o innovaciones incrementales.

De la mano de lo anterior y en la medida que las operaciones mineras se enfocaron en sus actividades clave, con el tiempo fue creciendo el segmento de proveedores de servicios. Esto llevó a que los proveedores ampliaran su rol, pasando del suministro de bienes y servicios asociados a los mismos, a ser depositarios de funciones como aseo, seguridad, mantenimiento, abastecimiento, para luego llegar a tareas críticas como perforación, tronadura, carguío y transporte. Esta evolución ha permitido que el segmento de proveedores adquiriera mayor relevancia e influencia en la operación minera, actuando desde dentro de la operación.

En este contexto, hay un elemento fundamental que permite que todo esto ocurra: la confianza. Las alianzas virtuosas nacen de conversaciones entre personas, donde la credibilidad mutua permite sellar acuerdos que atienden necesidades y abren oportunidades de crecimiento conjunto.

Por todo lo anterior, si nos preguntamos quién habilita la operación minera, la respuesta es clara: no hay desarrollo, ni crecimiento, ni operación sin la cooperación sinérgica entre proveedores y compañías mineras.



CENTRO NACIONAL
DE PILOTAJE
DE TECNOLOGÍAS
PARA LA MINERÍA



Andrés González Cornejo
Gerente General
Centro Nacional de Pilotaje – CNP



6. Más allá de la producción: economía circular y el ciclo de vida

6.1. Minería secundaria y recuperación de valor desde residuos

La minería a nivel mundial enfrenta el desafío estructural de gestionar un creciente volumen de pasivos ambientales, principalmente depósitos de relaves y escorias. Históricamente considerados un costo y un riesgo inherente a la operación, estos pasivos están siendo redefinidos bajo un nuevo paradigma estratégico: la economía circular y la minería secundaria. Este enfoque, alineado con las tendencias globales de sostenibilidad, está transformando estos desafíos en una nueva y prometedora frontera de la cadena de valor minera, posicionando al sector como un actor clave en la conversión de pasivos en activos económicos y ambientales.

En Chile existen 750 depósitos de relaves (Cochilco, 2022), los cuales almacenan miles de millones de toneladas de material que contienen elementos de valor recuperables. El reprocesamiento de relaves ya es una realidad industrial en Chile. Un caso emblemático es el de Minera Valle Central, que procesa relaves frescos y antiguos de la División El Teniente de Codelco para recuperar cobre y molibdeno. De manera similar, la Planta Magnetita de Compañía Minera del Pacífico (CMP) es un ejemplo pionero de economía circular, ya que recupera hierro de alta calidad a partir de los relaves de cobre de Minera Candelaria, generando un nuevo producto de exportación a partir de lo que antes era un desecho. En la misma línea, Codelco División Ventanas está implementando un plan estratégico para la revalorización de sus depósitos de escoria, buscando desclasificar este material como residuo para convertirlo en un subproducto con valor económico, apto para ser utilizado masivamente en la industria de la construcción, como ya ocurre en países como Alemania y Estados Unidos, entre otros ejemplos.

No sólo la gran minería tiene ejemplos en este ámbito. Minera San Gerónimo, empresa de mediana minería, introdujo en su Planta Talcuna un proceso de extracción de hierro desde sus concentrados de cobre, que permite recuperar ese metal separadamente y reducir el volumen de los relaves producidos, prolongando la vida útil de su depósito.

La economía circular en minería también se manifiesta en la creación de nuevos usos para los residuos, generando valor más allá de la recuperación de minerales. Diversos estudios y aplicaciones piloto demuestran la viabilidad técnica de utilizar relaves y escorias como aditivos para materiales de construcción como cemento, hormigón, ladrillos y pavimentos. Esta práctica no solo reduce la huella ambiental de la minería, sino que también disminuye la explotación de áridos naturales, creando una sinergia virtuosa con la industria de la construcción. En este ámbito, destacan distintas plantas de reciclaje de neumáticos mineros gigantes. En el marco de la Ley REP (Responsabilidad Extendida del Productor), esta instalación transforma los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) en chips de caucho, una materia prima reciclada que se utiliza para fabricar nuevos productos, cerrando un ciclo clave en la cadena de valor de la minería.

El marco regulatorio actúa como un catalizador para estas transformaciones. Mirando hacia el futuro, la consolidación de la minería secundaria y la economía circular en Chile enfrenta una barrera principal: la necesidad de un marco normativo claro que facilite la revalorización de los residuos mineros, estableciendo procedimientos para su explotación y su reclasificación como subproductos. Superar este desafío regulatorio es clave para desbloquear el enorme potencial de estos yacimientos antropogénicos. El avance en esta dirección no solo representa una solución a un problema ambiental, sino que constituye una oportunidad estratégica para diversificar la canasta de productos mineros, generar nuevas industrias y empleos, y posicionar a Chile en la vanguardia de una cadena de valor minera más competitiva, resiliente y sostenible para el siglo XXI.

6.2. Desempeño ambiental y eficiencia como pilares de competitividad

El desarrollo de la minería secundaria no solo permite extender la vida útil de los recursos ya extraídos, sino que además reduce la necesidad de nuevas intervenciones sobre el territorio, disminuye la generación de desechos y optimiza el uso de agua y energía. En este nuevo modelo, la minería secundaria se convierte en un pilar central de una industria más eficiente, resiliente y socialmente legítima, al tiempo que contribuye activamente a los objetivos de eficiencia hídrica, descarbonización y trazabilidad ambiental que definen el estándar global de sostenibilidad minera.

Respecto a eficiencia hídrica, Chile enfrenta una de las sequías más prolongadas de su historia, lo que ha generado una mayor presión sobre los recursos hídricos. En respuesta, las empresas han potenciado el uso de agua de mar desalinizada; las últimas cifras indican que cerca del 30 % del agua fresca utilizada por la minería proviene del mar (Cochilco, 2024d). Actualmente, Chile cuenta con 24 plantas de este tipo, cuya capacidad total alcanza los 10.583 litros por segundo. De esta cifra, aproximadamente un 75% corresponde a instalaciones construidas para abastecer las necesidades hídricas de la industria minera (Acades, 2025). En particular, BHP ha invertido alrededor de US\$ 4.000 millones en capacidad de desalinización, incluyendo instalaciones que, además de abastecer la totalidad de Escondida y la planta de Spence, también funcionan como centros de monitoreo en línea de parámetros ambientales, contribuyendo a una gestión más responsable del recurso hídrico (BHP, 2025a).

En paralelo, la minería avanza hacia una profunda descarbonización. Contratos de suministro de energía renovable —como los firmados por BHP con Enel y Colbún desde 2022— permiten que operaciones mineras y sus desaladoras operen con electricidad baja en emisiones (BHP, 2025a). Junto con ello, grandes mineras como Codelco (Codelco, 2025), Anglo American (Anglo American, 2025b) y BHP (BHP, 2025b) se han comprometido a disminuir en un 40 % a 70 % sus emisiones GEI en el contexto de la Política Nacional Minera 2050 (Ministerio de Minería, 2021), impulsando iniciativas piloto de uso de hidrógeno, reciclaje de neumáticos y electromovilidad. Dentro de estas últimas, destaca la tecnología de *trolley*, que permiten electrificar flotas Camiones de Extracción (CAEX) en minas a rajo abierto mediante catenarias eléctricas en los tramos cuesta arriba. Estas tecnologías podrían reducir las emisiones de Alcance 1 de la industria del cobre entre un 38 % y 54 % en un horizonte de 12 años desde su aplicación, y representan una oportunidad clave para avanzar hacia una minería de cero emisiones (SONAMI, 2025c).

Finalmente, la digitalización y la trazabilidad sustentan cambios clave para reforzar esta transición ambiental. Plataformas de monitoreo en tiempo real, sistemas GIS (Sistemas de Información Geográfica) para la gestión de depósitos de relaves, sensores IoT (Internet de las cosas) y *blockchain* para garantizar la trazabilidad del cobre y cumplir con estándares ESG (factores ambientales, sociales y de gobernanza), son ejemplos de tecnología aplicada a la sustentabilidad. Herramientas de inteligencia artificial permiten además optimizar el uso del agua y energía, minimizar desperdicios y predecir fallas, fortaleciendo una operación eficiente y transparente.

La adopción de estas prácticas y tecnologías sostenibles genera múltiples beneficios: reduce la presión sobre cuencas hídricas sensibles, mejora la huella de carbono, incrementa la aceptación social y habilita nuevos servicios para proveedores nacionales especializados en minería verde. También posiciona a Chile como líder mundial en minería sostenible, generando empleos de mayor valor agregado y asegurando una competitividad acorde a los estándares internacionales más rigurosos.



6.3. Cierres de mina: La minería después de la minería

El cierre de una faena minera no es el final de la historia, sino una etapa de transición planificada que define el legado de la compañía en el territorio. En Chile, este proceso está regulado por la Ley N° 20.551 de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras, un marco normativo que establece para las empresas la obligación de planificar y garantizar financieramente, desde el inicio de sus operaciones, la estabilidad física y química de sus instalaciones a perpetuidad. Sin embargo, la industria ha comenzado a evolucionar más allá del mero cumplimiento, adoptando una visión estratégica que busca transformar el cierre en una oportunidad para generar valor post-operacional.

Este nuevo enfoque integra la planificación del fin del ciclo de vida en cada etapa del proyecto. El objetivo ya no es solo remediar y estabilizar, sino reconvertir los terrenos utilizados para un nuevo uso productivo o de valor social y ambiental. Las aplicaciones son diversas y ya se materializan en Chile. Un ejemplo pionero de reconversión productiva es la planta fotovoltaica instalada por Pucobre sobre un depósito de relaves ya cerrado en la Región de Atacama, que transforma un pasivo estabilizado en un activo de generación eléctrica. Por otro lado, un caso destacado de creación de valor social es el proyecto de Teck Carmen de Andacollo, que asumió el compromiso voluntario de retirar un relave urbano histórico para remediar el terreno y habilitarlo para futuros espacios de uso público. Asimismo, Chile cuenta con una notable trayectoria en la reconversión del patrimonio industrial para fines turísticos y culturales. Los ex-campamentos salitreros de Humberstone y el campamento minero de Sewell son testimonio de ello, ambos reconocidos como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, demostrando que el legado minero puede convertirse en un activo de valor mundial.

Esta visión de largo plazo no solo reduce los riesgos ambientales, sino que fortalece la licencia social para operar. Al demostrar un compromiso tangible con el futuro del territorio más allá de la vida útil de la mina, las compañías fortalecen aún más la confianza con las comunidades. El cierre de faenas se convierte así en la última etapa de la cadena de valor: la transformación de un activo minero en un activo social, ambiental o económico para las futuras generaciones, materializando el concepto de una “minería después de la minería”.



Crédito: CENIM



Crédito: CENIM

6.4. Testimonio: Relaves: de problema histórico a oportunidad de crecimiento



La minería secundaria es parte natural del ciclo minero. La viabilidad de extraer un mineral depende de tres variables fundamentales: recuperación, costos y precio. Los yacimientos presentan una distribución lognormal de leyes, es decir, existen zonas de alta y baja concentración. La llamada ley de corte, que determina qué porciones del mineral se explotan, varía según esas tres condiciones. Cuando la tecnología mejora, los costos bajan o los precios aumentan, la ley de corte disminuye y materiales antes considerados desechos pueden transformarse en recursos aprovechables. Así ha ocurrido con los relaves.

Estos son los residuos de operaciones anteriores y, cuando el precio del cobre sube o la tecnología de recuperación avanza, vuelven a ser atractivos. En pequeña escala esto se ha hecho desde siempre, pero llevarlo al nivel industrial requiere innovación y fuertes inversiones. En Minera Valle Central hemos desarrollado una experiencia única en el reprocesamiento de relaves frescos y antiguos, principalmente de la División El Teniente. Trabajamos tanto con los relaves que se están generando como con los depósitos históricos de Colihues y Cauquenes, que suman cientos de millones de toneladas. Gracias a ello, producimos cerca de 30 mil toneladas de cobre fino al año, equivalentes a aproximadamente el 8% de la producción de El Teniente.

Este es, sin embargo, un negocio de márgenes acotados: las leyes promedio de los relaves son muy bajas —del orden del 0,1%—, por lo que solo resulta viable cuando se opera con grandes volúmenes y en condiciones de mercado favorables. El reprocesamiento requiere infraestructura robusta y disponibilidad de agua, especialmente para *repulpear* relaves antiguos, lo que demanda estaciones de bombeo e inversiones significativas. El uso de agua de mar se ha expandido en la minería, pero su costo sigue siendo alto para proyectos tan sensibles a la rentabilidad.

Aun así, el impacto ambiental positivo es indiscutible. Recuperar material desde depósitos antiguos mejora su estabilidad física y reduce los riesgos ambientales asociados. Hacia adelante, este será un negocio en crecimiento: si los precios se mantienen altos y las tecnologías continúan avanzando, la minería secundaria puede consolidarse como una nueva industria, con beneficios ambientales, económicos y sociales. En Valle Central hemos demostrado que es posible recuperar valor, reducir impactos y aportar soluciones técnicas de clase mundial. Incentivar el desarrollo de esta actividad significa abrir una oportunidad real para Chile: transformar un problema histórico en una fuente de crecimiento y sostenibilidad.



Alberto Salas Muñoz
Director
Minera Valle Central



7. Cierre del artículo: una minería que articula, proyecta y crea oportunidades

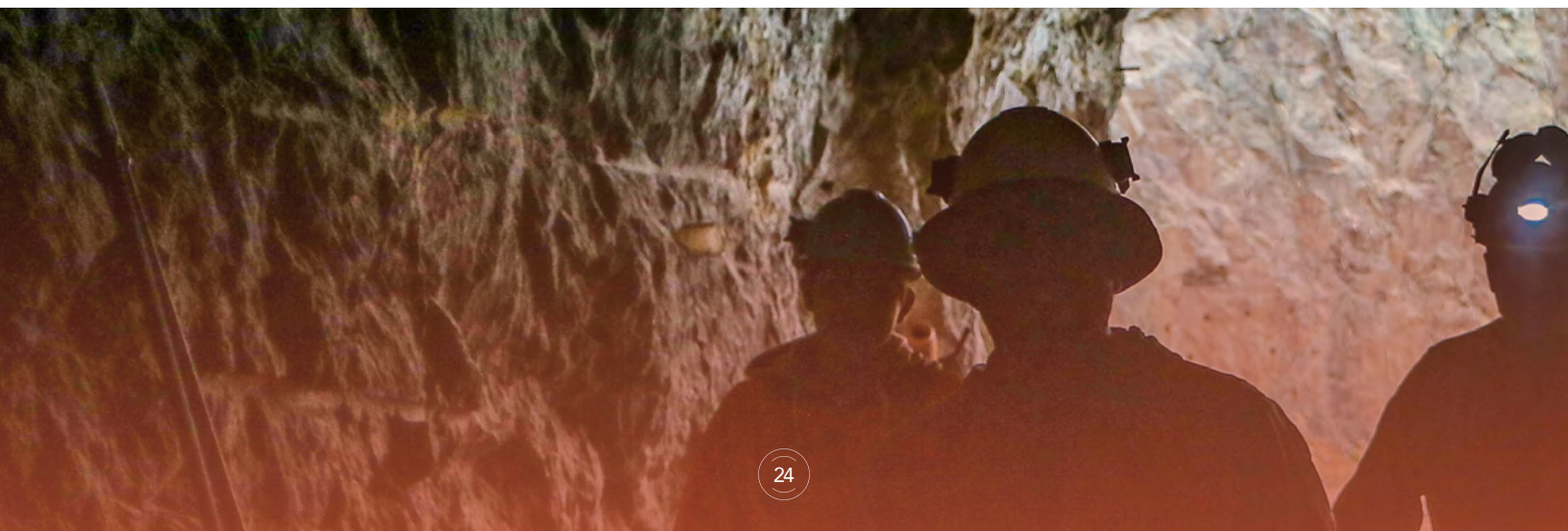
7.1. Articulación territorial y productiva de la minería chilena

Las cadenas de valor mineras en Chile ya movilizan un entramado complejo y dinámico de sectores económicos. La minería no actúa en solitario: a su alrededor se activa una red de proveedores, servicios tecnológicos, actividades logísticas, manufactureras y de formación técnica que reflejan su potencial como industria articuladora. Esto se manifiesta tanto en las grandes operaciones como en escalas intermedias y pequeñas, con impactos heterogéneos en los territorios, pero siempre con potencial transformador.

La pequeña y la mediana minería, en particular, constituyen una parte crítica de esta cadena. Con presencia relevante en varias regiones del país, aportan no solo producción, sino también encadenamientos en las comunidades y oportunidades de desarrollo para proveedores locales. Su integración territorial les permite generar empleos directos e indirectos en zonas donde otras actividades económicas enfrentan limitaciones estructurales. A ello se suma el rol único que cumple ENAMI, al conectar a la pequeña minería con los mercados globales, canalizar fomento técnico y financiero, e incentivar procesos de formalización que permiten que cientos de pequeños productores operen en condiciones cada vez más seguras, trazables y competitivas.

Reconocer y proyectar esta articulación no es solo una tarea de diagnóstico. En un mundo que revaloriza el acceso a minerales críticos y que reorganiza sus cadenas de suministro, países como Chile deben ir más allá del discurso de liderazgo en producción. Deben posicionarse como nodos estratégicos de valor, capaces de alinear capacidades nacionales, atraer inversión y ofrecer productos y servicios que encarnen una propuesta de valor clara: trazabilidad, sustentabilidad, conocimiento local y estándares elevados. Esa propuesta se sostiene en la solidez del ecosistema que la respalda: personas formadas, proveedores innovadores, institucionalidad robusta y territorios que reconocen oportunidades concretas en su vínculo con la minería.

En este marco, es fundamental visibilizar lo que muchas veces queda en segundo plano: las capacidades productivas, logísticas y tecnológicas que emergen en torno a la minería. Medir y proyectar con datos desagregados esa contribución, especialmente en regiones, comunas y sectores productivos muchas veces invisibilizados, permite mostrar con mayor nitidez los efectos que tiene esta actividad más allá del concentrado que sale por un puerto. Enseñar un oficio, transmitir una técnica, sostener una empresa de servicios durante décadas, integrar mujeres y jóvenes a faenas, reconvertir saberes locales para nuevos desafíos tecnológicos: todo eso forma parte de una cadena de valor que tiene efectos en las biografías, en las trayectorias regionales, en la estructura misma de las economías locales. Pero nada de eso ocurre en el vacío, es la minería, a través de su demanda, inversión y continuidad operacional, la que habilita y sostiene ese ecosistema productivo.





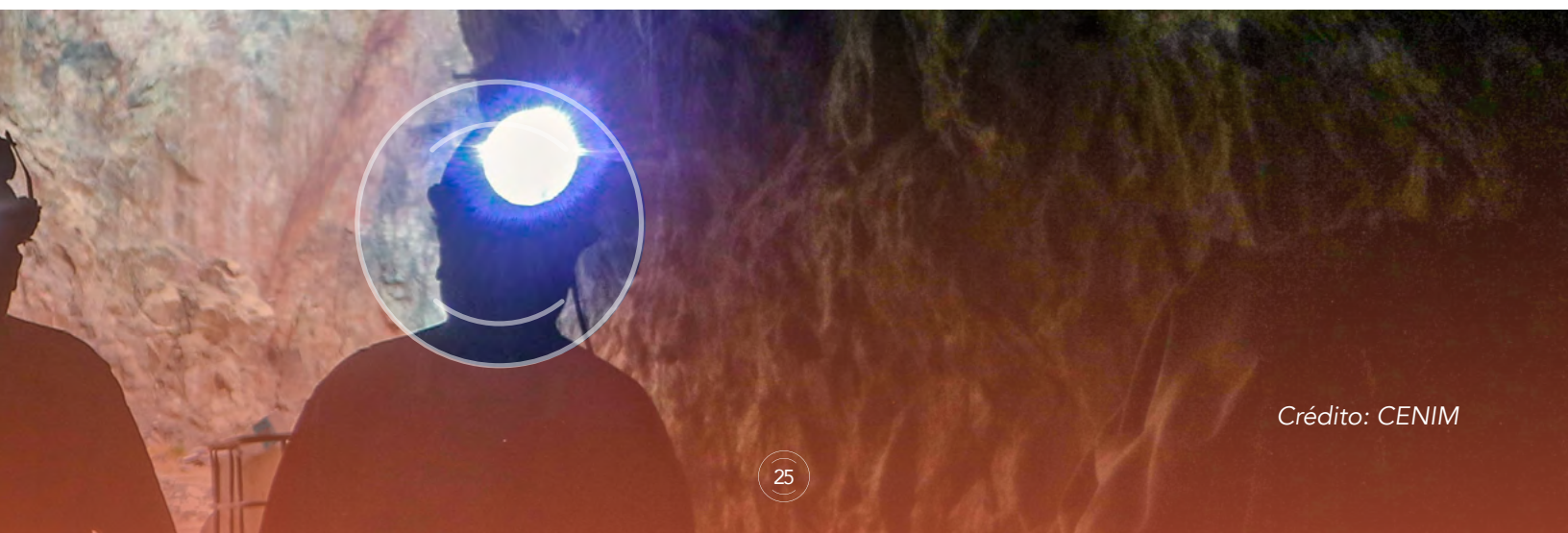
Crédito: CENIM

7.2. Colaboración SONAMI-BID: fortaleciendo la visión compartida para el desarrollo minero

La colaboración que ha dado origen a este artículo representa un punto de partida para abordar ese desafío. A través de un esfuerzo conjunto entre el BID y la SONAMI, a través de su Centro de Estudios y Documentación Mineros (CEMS), se ha buscado caracterizar las dinámicas de encadenamiento, comprender sus potencialidades y evidenciar cuellos de botella que limitan su expansión. Pero por sobre todo, se ha generado un espacio de reflexión sobre lo que viene, incluyendo el desarrollo de estas cadenas, el escalamiento de su impacto y la conexión más estrecha entre la minería y otras industrias clave del país.

Esta publicación se presenta como una primera piedra y una señal clara de que es posible y urgente avanzar hacia nuevas formas de análisis y coordinación entre el sector público, los gremios, las empresas, los centros de investigación y los organismos internacionales. Las cadenas de valor se construyen desde el diálogo, el entendimiento mutuo y la integración continua entre necesidades, capacidades e incentivos. Chile cuenta con una base sólida para ese proceso, que incluye capital humano experimentado, redes de proveedores en evolución, una institucionalidad que ha demostrado resiliencia y un ecosistema de conocimiento técnico que debe ser potenciado.

Esta convicción impulsa el presente trabajo y demuestra que, con colaboración y visión compartida, Chile puede fortalecer sus cadenas de valor mineras, ampliar su impacto y consolidar su posición estratégica en la región. Más que un cierre, este artículo aspira a ser un punto de partida: una invitación a proyectar nuevas formas de análisis, coordinación y acción colectiva que reconozcan en la minería no solo una industria, sino una plataforma para movilizar capacidades, diversificar la economía y ampliar las oportunidades de desarrollo del país.



Crédito: CENIM

Referencias

Acades. (2025). Catastro Acades Plantas Desaladoras de Agua de Mar en Chile.

Anglo American. (2022). Reporte de Sustentabilidad. Obtenido de [https://chile.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group-v5/Chile/medios/reportes/reportes/reportes-de-sustentabilidad-2022.pdf](https://chile.angloamerican.com/~/media/Files/A/Anglo-American-Group-v5/Chile/medios/reportes/reportes/reportes-de-sustentabilidad-2022.pdf)

Anglo American. (February de 2025a). Anglo American and Codelco to unlock significant value from joint mine plan for Los Bronces and Andina copper mines.

Anglo American. (4 de Agosto de 2025b). Cambio Climático. Obtenido de <https://chile.angloamerican.com/es-es/medio-ambiente/cambio-climatico>

Banco Central de Chile. (2025). Base de Datos Estadísticos (BDE). Obtenido de <https://si3.bcentral.cl/siete>

BHP. (31 de Julio de 2025a). BHP operations in Chile start to operate with renewable energies. Obtenido de BHP.com: <https://www.bhp.com/news/media-centre/releases/2021/08/bhp-operations-in-chile-start-to-operate-with-renewable-energies?>

BHP. (4 de Agosto de 2025b). Emisiones de GEI de la cadena de valor (Alcance 3). Obtenido de <https://www.bhp.com/es/sustainability/climate-change/value-chain-ghg-emission-reductions>

Cochilco. (2022). Monitoreo del estado de los relaves mineros en Chile.

Cochilco. (2024a). Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales. Comisión Chilena del Cobre, Santiago. Obtenido de <https://www.cochilco.cl/web/download/903/2024/12438/anuario-de-estadisticas-del-cobre-y-otros-minerales-2004-2023-2.xlsx>

Cochilco. (2024b). Catastro de empresas Exploradoras en Chile 2024.

Cochilco. (2024c). Inversión en la Minería Chilena: Cartera de Proyectos 2024 -2033.

Cochilco. (2024d). Proyección del Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2023-2034. Santiago.

Cochilco. (31 de Julio de 2025a). Base de datos electrónica. Obtenido de <https://www.cochilco.cl:4040/boletin-web/pages/index/index.jsf>

Cochilco. (2025b). Producción de Cobre Mina por Empresa.

Codelco. (4 de Agosto de 2025). Codelco fija meta específica para reducir emisiones de alcance 3 y avanza en la descarbonización de su cadena de valor. Obtenido de <https://www.codelco.com/codelco-fija-meta-especifica-para-reducir-emisiones-de-alcance-3-y>

CRU. (2024). Auto Outlook: Slowdown continues in 2024.

Glencore. (2023). Reporte de Sostenibilidad. Obtenido de <https://www.glencore.cl/operaciones-y-empresas-conjuntas/complejo-metalurgico-altonorte>

International Copper Association. (2017a). The Electric Vehicle Market and Copper Demand.

International Copper Association. (2017b). The Impacts of Copper Mining in Chile.

International Energy Agency. (2025). Global Critical Minerals Outlook.

Ministerio de Minería. (2021). Evaluación Ambiental Estrategica de la Política Nacional Minera 2050. Santiago.

Sernageomin. (2024). Anuario de la Minería de Chile 2023.

SONAMI. (2024). Litio: Situación actual y desafíos.

SONAMI. (2025). Propuesta de modernización del modelo de negocio de la Enami.

SONAMI. (2025a). Distritos Productivos para el desarrollo de la minería chilena.

SONAMI. (2025b). La Exploración Minera en Chile El descubrimiento y evaluación de recursos y reservas mineras como factor clave para el desarrollo minero de Chile.

SONAMI. (2025c). Evaluación del aporte de tecnologías CAEX híbridas a la meta de descarbonización en minería del cobre a rajo abierto. Santiago.

SUBREI. (2024). Exportaciones de los proveedores de la minería chilena. Santiago.

USGS. (2025). Mineral Commodity Summaries. National Minerals Information Center. Reston: U.S. Geological Survey. doi:10.3133/mcs2024

Trabajo elaborado por el Centro de Estudios y Documentación Mineros SONAMI (CEMS), con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo

Carolina Vásquez

Gerente General, SONAMI

Reinaldo Salazar

Gerente de Estudios, SONAMI

Sebastián Andrade

Ingeniero Especialista de Estudios, SONAMI

Francisco Carvajal

Analista Químico, SONAMI

Pía Iglesias

Analista Geotécnico, SONAMI

Gustavo Pinto

Economista, SONAMI

Felipe Muñoz

Analista de Estudios, SONAMI

Carolina Ferreira Herrera

Experta en Minerales Críticos BID

Martín Walter

Especialista Sectorial Minería BID



SONAMI
SOC. NACIONAL DE MINERÍA

Centro de Estudios y Documentación Mineros – CEMS
Gerencia de Estudios

