



Centro UC
CLAPES UC
Centro Latinoamericano de
Políticas Económicas y Sociales

PROVEEDORES DE LA MINERÍA EN CHILE: IMPACTO Y CADENAS DE VALOR

17 de marzo, 2026

AUTORES

Hernán de Solminihac | Miembro del Comité Ejecutivo CLAPES UC
Josefina Almendra Dagá | Investigadora CLAPES UC



DOC. DE TRABAJO
N° 159

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN EJECUTIVO..... | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2. CONTEXTO DE LA MINERÍA | 5 |
| 2.1 Relevancia de la Minería en Chile | 5 |
| 2.2 Producto Interno Bruto en la Minería | 8 |
| 2.3 Empleo en la Minería | 9 |
| 2.4 Inversión en la Minería de Chile | 12 |
| 2.5 Importancia del Cobre en la Minería Chilena..... | 18 |
| 2.6 Participación de la Minería Chilena a nivel Mundial | 21 |
| 2.7 Productividad en la Minería | 22 |
| 3. LA MINERÍA COMO RED DE VALOR | 25 |
| 3.1 La Evolución del Ecosistema Minero Chileno | 25 |
| 3.2 Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPM) | 27 |
| 3.3 Cambio en el Rol de los Proveedores dentro de la Minería | 30 |
| a) De talleres locales a empresas exportadoras | 30 |
| b) De servicios básicos a soluciones integradas en automatización y energías limpias | 31 |
| c) De proveedores dependientes a colaboradores en innovación y sostenibilidad | 33 |
| 3.4 Capital de Riesgo como motor de desarrollo de la Innovación Minera: el Caso de Aurus Venture III | 35 |
| 4. IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD, SOSTENIBILIDAD E INNOVACIÓN..... | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1 Reducir costos operacionales a través de digitalización y mantenimiento predictivo..... | 37 |
| 4.2 Disminuir emisiones y consumo hídrico, mediante transición energética y desalinización..... | 38 |
| 4.3 Mejorar la seguridad laboral y trazabilidad de procesos | 45 |
| 5. DESAFÍOS ACTUALES | 48 |
| 5.1 Transición energética y carbono neutralidad..... | 48 |
| 5.2 Confianza social y territorial..... | 49 |
| 5.3 Articulación institucional..... | 49 |
| 6. IMPLICANCIAS DE POLÍTICA PÚBLICA | 50 |
| 6.1 Problema público | 50 |
| 6.2 Limitaciones del sistema actual..... | 51 |
| 6.3 Líneas de acción para la política pública | 52 |
| 7. COOPERACIÓN REGIONAL..... | 54 |
| 8. AGENDA DE ACCIÓN PARA FORTALECIMIENTO DE ECOSISTEMA DE PROVEEDORES . | 58 |
| 9. CONCLUSIÓN | 61 |
| 10. REFERENCIAS | 63 |

PROVEEDORES DE LA MINERÍA EN CHILE: IMPACTO Y CADENAS DE VALOR

RESUMEN EJECUTIVO

La minería chilena mantiene su relevancia estratégica, pero enfrenta un deterioro en productividad y mayores exigencias ambientales y sociales. El problema público no es la falta de actividad minera, sino cómo sostener su competitividad y legitimidad en este nuevo contexto.

El documento muestra que el ecosistema de más de 8.000 proveedores mineros es un activo clave para enfrentar este desafío. Los proveedores han evolucionado hacia soluciones avanzadas en digitalización, automatización, eficiencia energética, desalinización y sostenibilidad, contribuyendo a mejoras en eficiencia, seguridad y desempeño ambiental. Experiencias como el Programa de Proveedores de Clase Mundial evidencian que la innovación orientada a demanda permite reducir brechas tecnológicas y escalar soluciones con potencial exportador.

Sin embargo, persisten fallas de mercado y coordinación, como asimetrías de información, barreras regulatorias y débil articulación institucional, que limitan el impacto del ecosistema proveedor. El documento habilita decisiones de política pública orientadas a fortalecer la demanda tecnológica, facilitar el escalamiento, coordinar actores y promover cooperación regional, con el objetivo de que la minería chilena transite hacia un modelo más productivo, sostenible y socialmente legítimo.

1. INTRODUCCIÓN

La minería ha sido, por más de un siglo, uno de los pilares del desarrollo económico, social y territorial de Chile. Su aporte en inversión, exportaciones, empleo y recaudación fiscal ha marcado la trayectoria productiva del país y ha permitido consolidar una posición de liderazgo a nivel mundial, especialmente en la producción de cobre. Sin embargo, en las últimas décadas, la dinámica del sector ha experimentado transformaciones profundas que van más allá de la extracción de minerales. La creciente complejidad de los yacimientos, las exigencias ambientales y sociales, la necesidad de elevar la productividad y la irrupción acelerada de nuevas tecnologías han redefinido la naturaleza de la minería moderna.

En este nuevo escenario, el desarrollo del ecosistema de proveedores ha emergido como un elemento central en la evolución de la industria. Lo que en el pasado era un conjunto de talleres locales y servicios básicos asociados a la operación diaria, hoy constituye una red sofisticada de empresas que aportan innovación, soluciones digitales, ingeniería, tecnologías limpias y servicios especializados de alcance internacional. Estos proveedores, muchos de ellos nacidos al alero de la minería, se han convertido en verdaderos socios estratégicos capaces de elevar la competitividad del sector y diversificar la matriz productiva del país. En este contexto, también han surgido nuevos mecanismos de financiamiento orientados a acelerar la innovación, como el capital de riesgo especializado, destacando iniciativas como Aurus Ventures III, que han buscado posicionar a Chile como plataforma de validación y escalamiento de tecnologías mineras a nivel global.

Comprender su trayectoria y su impacto es fundamental para evaluar el futuro de la minería chilena. Analizar cómo han evolucionado, cómo se articulan dentro de la cadena de valor, qué papel cumplen en la productividad, sostenibilidad e innovación, y cuáles son los desafíos que enfrentan, permite identificar oportunidades para un desarrollo minero más equilibrado, moderno y sostenible. En un contexto global marcado por la transición energética, la demanda por minerales críticos y la aceleración tecnológica, los proveedores no solo complementan la actividad extractiva: la transforman.

Este documento busca precisamente examinar ese proceso. Se presenta un análisis integrado del contexto minero nacional e internacional, se describe la evolución histórica del ecosistema de proveedores, se revisan los principales programas que han impulsado su desarrollo, se evalúa su impacto en productividad y sostenibilidad, y se abordan los desafíos y oportunidades que marcarán su contribución en las próximas décadas.

2. CONTEXTO DE LA MINERÍA

2.1 Relevancia de la Minería en Chile

La minería ha sido históricamente una de las actividades económicas más relevantes para Chile, desempeñando un papel central en su desarrollo productivo, social y territorial. Desde los primeros yacimientos de plata y salitre hasta la consolidación del cobre como principal recurso exportador, la minería ha configurado la estructura económica del país y ha impulsado su inserción en los mercados internacionales. Según datos del Banco Central, en 1996, el sector representaba el 18,6% del Producto Interno Bruto (PIB), la actividad económica con mayor participación, reflejando su peso determinante en la generación de ingresos fiscales, divisas y empleo. Además de su contribución directa a la economía, la minería ha estimulado el crecimiento de una amplia red de proveedores de bienes y servicios, fomentando la innovación tecnológica y el desarrollo de capital humano especializado. Por estas razones, la minería no solo constituye un pilar económico, sino también un componente estructural de la identidad productiva de Chile, cuya sostenibilidad y modernización siguen siendo claves para el futuro del país.

Si bien, como mencionamos anteriormente, la minería ha sido históricamente una de las principales actividades económicas de Chile, su participación en el Producto Interno Bruto ha mostrado una tendencia a la baja durante la última década. Tal como se observa en el gráfico 1, entre 2013 y 2024 el peso relativo del sector minero dentro de la economía nacional pasó de niveles cercanos al 11% a alrededor del 7,3% del PIB. Esta disminución contrasta con la estabilidad de otros sectores, como la

construcción (5,9%) o la agricultura (2,9%), y con el aumento del comercio, que alcanzó un 11,4% en 2024.

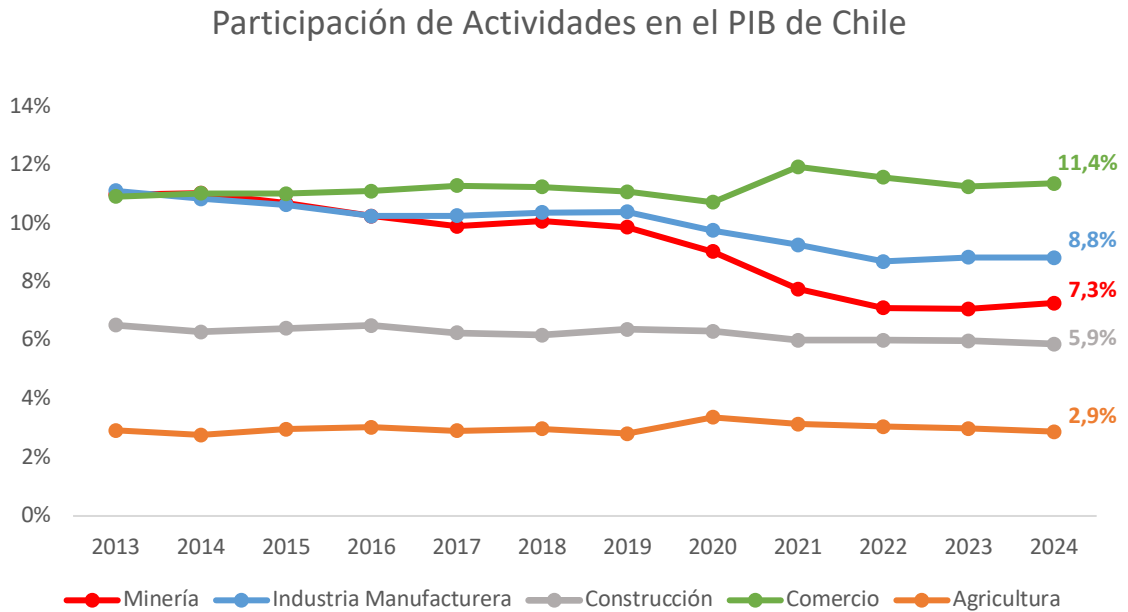


Gráfico 1. Participación de las actividades en el Producto Interno Bruto de Chile

Fuente: Banco Central (2025)

Esta pérdida de participación puede explicarse por varios factores. En primer lugar, los ciclos de precios internacionales del cobre, principal producto de exportación del país, han afectado la rentabilidad y la inversión en el sector. En segundo término, el crecimiento de actividades no extractivas, especialmente el comercio y los servicios, ha contribuido a una mayor diversificación económica. Sin embargo, a pesar de esta reducción relativa, la minería sigue siendo un pilar fundamental del desarrollo chileno, tanto por su aporte en exportaciones como por su capacidad de generar encadenamientos productivos y tecnológicos que impactan en otras áreas de la economía.

Por otro lado, en el ámbito laboral, la minería ha mantenido una participación relativamente estable dentro del mercado chileno durante la última década, con un promedio cercano al 3,1% del total de ocupados. Tal como se observa en el gráfico 2, esta proporción se ha mantenido constante entre 2013 y 2024, ubicando al sector en el quinto lugar entre las principales actividades económicas del país, muy por debajo de sectores como el comercio (19,1%), la industria manufacturera (9,4%) y la construcción (7,8%).

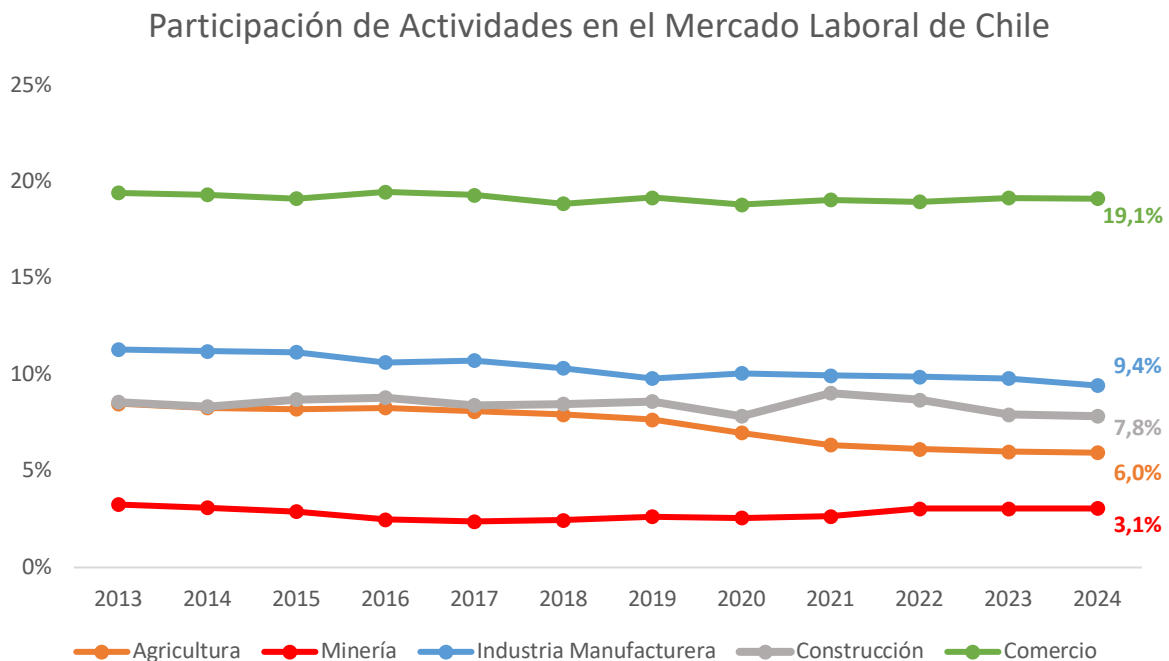


Gráfico 2. Participación de las actividades en el Mercado Laboral de Chile

Fuente: INE (2025)

Esta menor participación se explica por la alta intensidad de capital que caracteriza a la minería, donde los procesos productivos están fuertemente mecanizados y requieren de una menor cantidad de mano de obra directa en comparación con otras actividades. Sin embargo, su aporte laboral trasciende el empleo directo: la

minería genera una amplia red de empleos indirectos y de servicios asociados, como veremos más adelante, desde transporte y mantenimiento hasta ingeniería y tecnología. Por lo tanto, aunque su peso en el empleo total parezca reducido, su impacto en el desarrollo de capital humano especializado y en la generación de empleos de alta productividad continúa siendo significativo para la economía chilena.

2.2 Producto Interno Bruto en la Minería

Analizando más en detalle el comportamiento del PIB minero, se observa una marcada volatilidad en su evolución durante las últimas dos décadas. A pesar de su relevancia estructural dentro de la economía chilena, el sector ha experimentado fluctuaciones constantes, como podemos ver en el gráfico 3, registrando en promedio una contracción de casi 1% anual. Esta tendencia refleja la fuerte dependencia de la minería respecto de los precios internacionales del cobre, los costos operativos y las variaciones en los niveles de producción, factores que han condicionado su desempeño a lo largo del tiempo. No obstante, el año 2024 marca un punto de inflexión positivo, con un crecimiento del 5,2%, una de las expansiones más significativas de los últimos veinte años, lo cual sugiere una recuperación del dinamismo del sector.

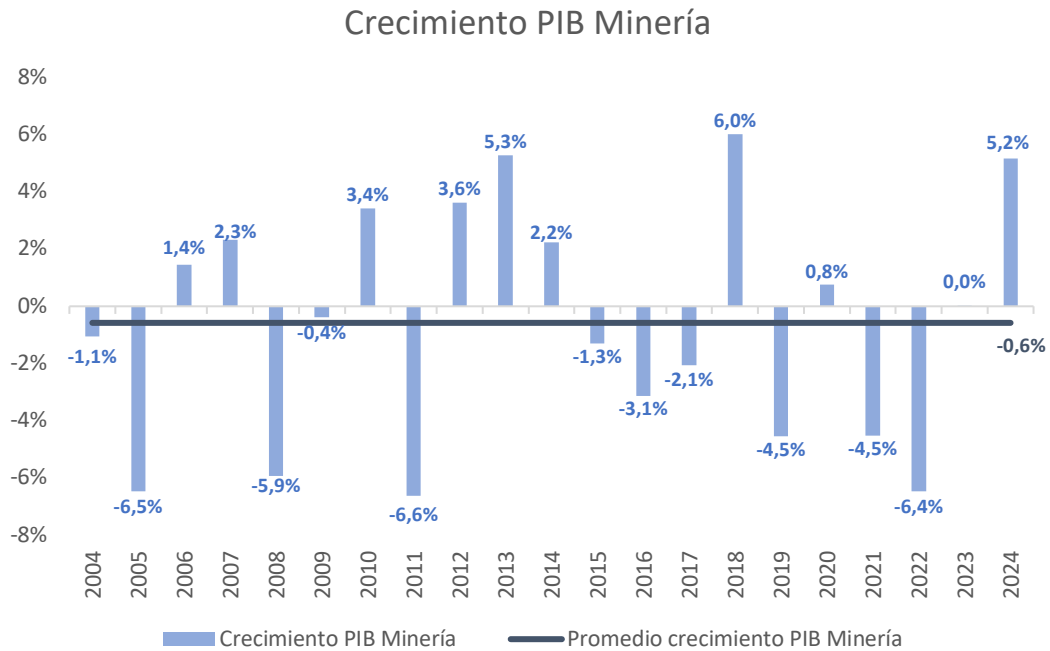


Gráfico 3. Crecimiento del Producto Interno Bruto de la Minería

Fuente: Banco Central (2025)

2.3 Empleo en la Minería

Analizando la evolución del empleo en la minería, se aprecia un comportamiento cíclico con marcadas fluctuaciones a lo largo de las dos últimas décadas. En promedio, el empleo del sector creció un 5,8% anual, aunque con variaciones significativas que reflejan la sensibilidad de la actividad minera frente a los cambios del contexto económico y los precios internacionales de los minerales. En el gráfico 4 podemos ver las tasas de crecimiento anual del empleo en la minería desde el 2003 hasta el 2024.

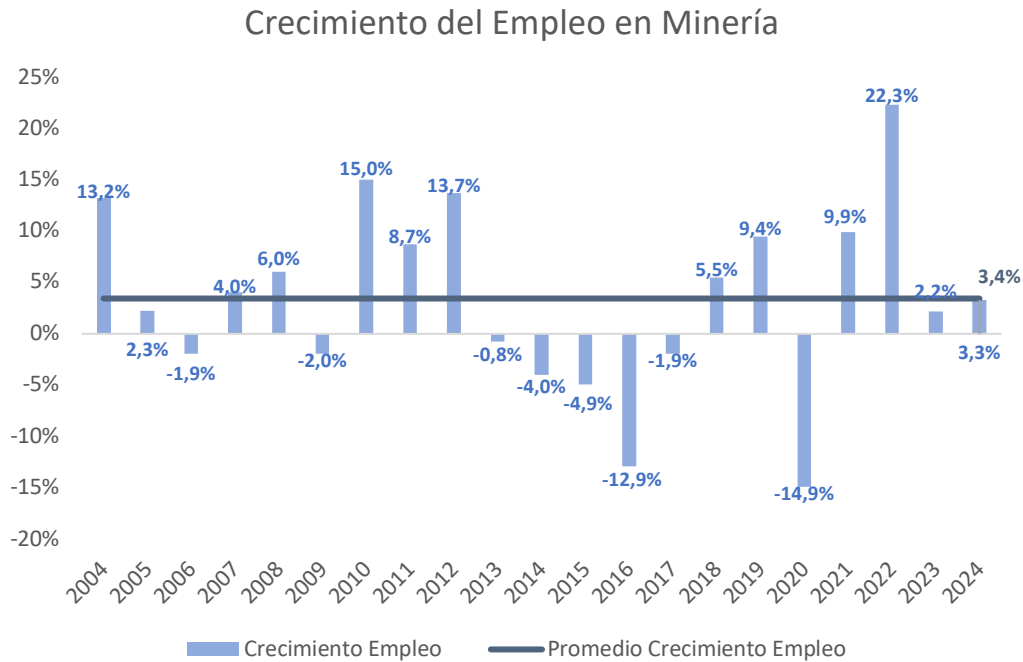


Gráfico 4. Crecimiento del Empleo en la Minería

Fuente: INE (2025)

El gráfico 5 muestra que el año 2020 marcó la mayor contracción del periodo, con una caída del 15% producto de los efectos de la pandemia de COVID-19, que afectó la operación de faenas y redujo temporalmente la demanda internacional. A pesar de ello, el sector mostró una rápida capacidad de recuperación, alcanzando en 2023 niveles similares a los observados antes de la crisis sanitaria. Esta resiliencia evidencia la importancia de la minería como fuente de empleo estable y bien remunerado, además de su capacidad de adaptación frente a escenarios adversos, lo que refuerza su papel estratégico dentro del mercado laboral chileno.

Por otro lado, en los últimos 30 años, según datos del Consejo Minero, Chile ha consolidado una industria minera de clase mundial, capaz de sostener de manera estable más de 250.000 empleos directos, entre trabajadores propios de las compañías y empresas contratistas. Sin embargo, enfocarse únicamente en el

empleo directo ofrece solo una parte de la realidad. Como mencionamos anteriormente, la minería genera un efecto multiplicador particularmente alto: por cada empleo directo creado, se originan aproximadamente 2,55 empleos indirectos, lo que amplifica de manera significativa su contribución al mercado laboral nacional. Esto se puede ver en el siguiente gráfico, donde se muestra la evolución del empleo directo e indirecto de la minería.

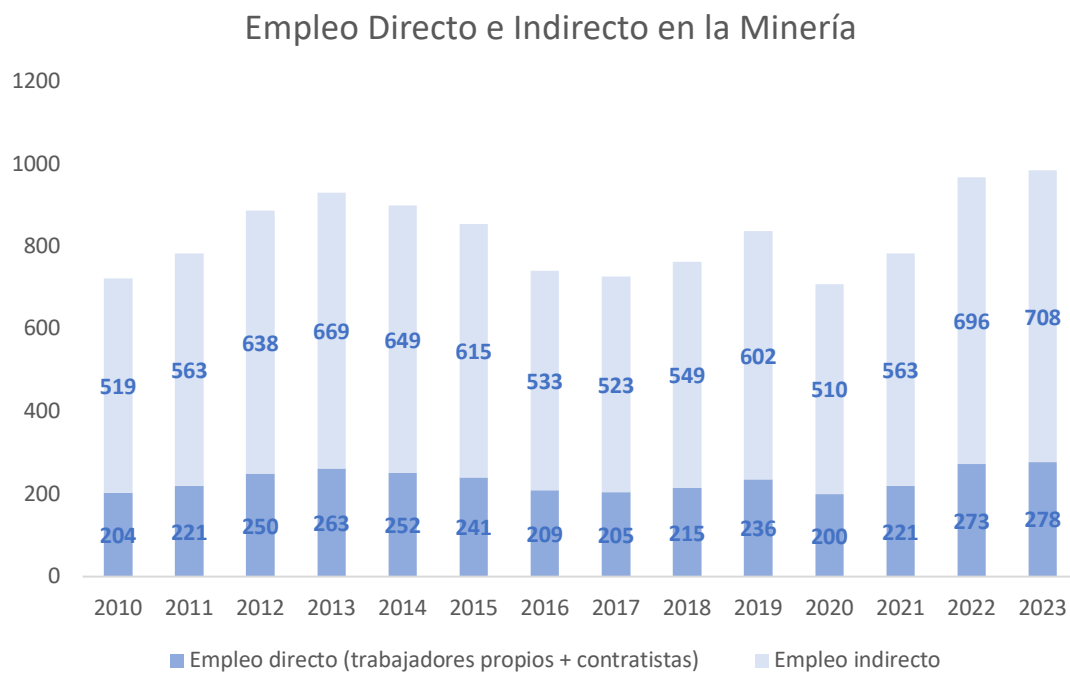


Gráfico 5. Empleo Directo e Indirecto en la Minería Chilena

Fuente: Consejo Minero (2024)

El empleo indirecto corresponde a todos aquellos puestos de trabajo que surgen fuera de la faena minera, pero que existen gracias a su funcionamiento. Incluye actividades como transporte de insumos, fabricación de equipamiento, mantenimiento industrial, servicios tecnológicos, logística, alimentación, seguridad, ingeniería, consultorías técnicas y un amplio ecosistema de proveedores. En otras

palabras, son empleos que no operan dentro de la mina, pero que forman parte esencial de la cadena productiva que permite que la operación minera funcione día a día.

Esta red de empleo indirecto refleja la profunda capacidad de arrastre de la minería sobre el resto de la economía, fortaleciendo sectores industriales, tecnológicos y de servicios a lo largo del país. Por ello, al evaluar el aporte laboral de la minería chilena.

2.4 Inversión en la Minería de Chile

Analizando la evolución de la inversión minera en la última década, en el gráfico 6 se observa una tendencia cíclica con períodos de contracción seguidos de fases de recuperación sostenida. Entre 2014 y 2016, la inversión total experimentó una fuerte caída, pasando de más de 12.000 millones de dólares a menos de 7.000 millones, en un contexto de menores precios internacionales del cobre y ajuste de proyectos de expansión. Sin embargo, a partir de 2017 comenzó un proceso de recuperación gradual, que se consolidó especialmente desde 2021 en adelante, alcanzando en 2023 un máximo de 14.214 millones de dólares, el nivel más alto de la década.



Gráfico 6. Inversión en la Minería

Fuente: COCHILCO (2024)

Durante la última década, las empresas públicas, principalmente Codelco y Enami, han tenido un rol fundamental, representando en promedio un 37% del total de la inversión minera, lo que equivale a más de 10.000 millones de dólares anuales. Su participación ha sido clave para sostener la actividad en los años de menor dinamismo del sector privado, demostrando el papel estratégico del Estado en la estabilidad y continuidad de la industria. Este repunte reciente de la inversión refleja no solo una mejora en las condiciones del mercado, sino también una mayor apuesta por proyectos de modernización, sostenibilidad y eficiencia productiva, elementos esenciales para fortalecer la competitividad de la minería chilena en el largo plazo.

Carteras de Inversión Nominal

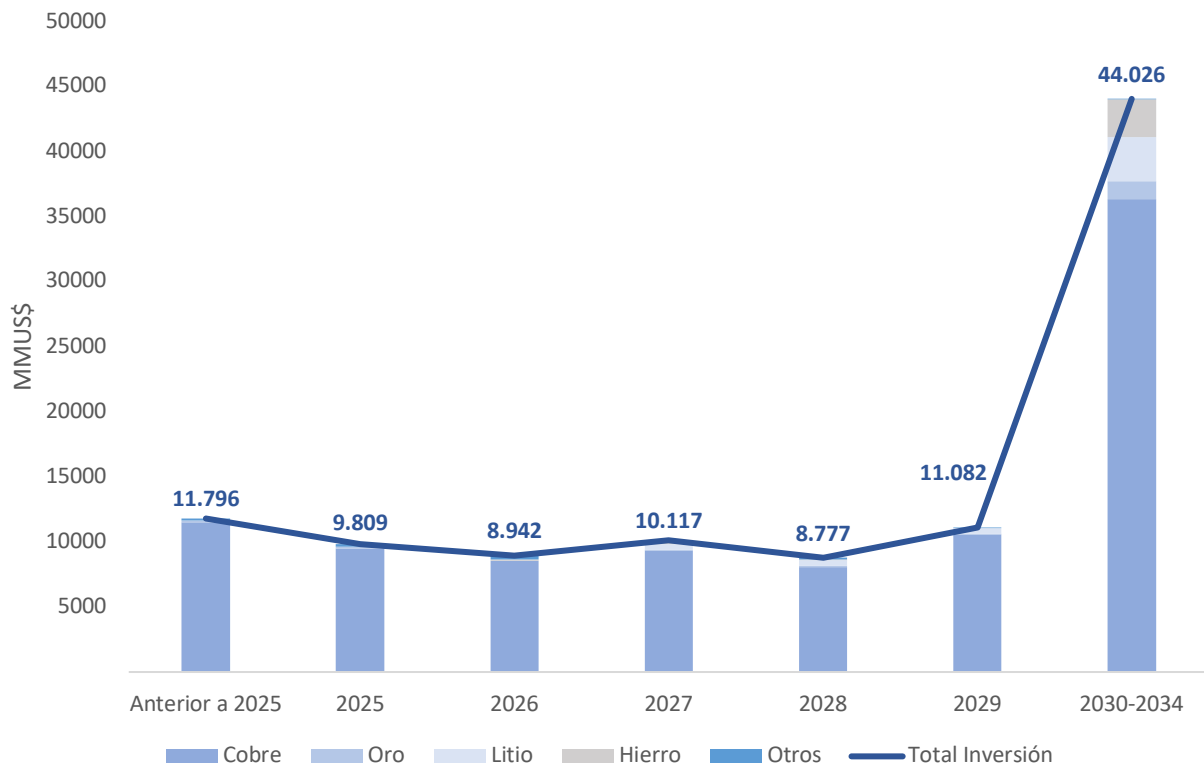


Gráfico 7. Proyección de Carteras de Inversión Nominal en la Minería

Fuente: COCHILCO (2025)

Por otro lado, proyectando la inversión en minería, el gráfico 7 muestra que esta se mantiene relativamente estable entre 2025 y 2029, con montos anuales que fluctúan en torno a los US\$9.000–11.000 millones, concentrados principalmente en proyectos de cobre.

Según datos de Cochilco (2025), la cartera de inversión 2025–2034 crece un 25,7% respecto del período anterior, configurando el segundo año consecutivo de expansión, lo que sugiere una recuperación gradual del ciclo de inversión minera. Este dinamismo se ve refrendado por el récord histórico que alcanzó el ingreso de proyectos mineros al SEIA durante el primer trimestre de 2026, totalizando

US\$17.320 millones, la cifra más alta registrada desde la creación del sistema (Reporte Minero, 2026). Dentro de esta cartera destacan algunos de los proyectos más relevantes: la extensión de vida útil de El Abra, con una inversión preliminar de aproximadamente US\$7.500 millones ya ingresada al SEIA (Emol, 2026); la Nueva Concentradora Escondida, con una inversión superior a US\$5.100 millones que busca mantener la capacidad de procesamiento de Escondida ante la caída en la ley del mineral y el aumento en su dureza (Reporte Minero, 2026); el proyecto Los Bronces, con cerca de US\$3.300 millones, orientado a reemplazar parte del mineral extraído por uno de mayor contenido de cobre para sostener los niveles de producción y extender la vida útil de la mina hasta 2036, en el marco de un plan conjunto con Andina que busca capturar sinergias operacionales (Anglo American, 2026); y el proyecto de extracción directa de litio de Albemarle en el Salar de Atacama, por US\$3.100 millones (Reporte Minero, 2026), donde se busca recuperar más litio con la misma salmuera, reduciendo la extracción neta de ésta y reincorporándola al medioambiente tras el proceso (Albarle, 2026).

El cobre continúa siendo el principal motor de la cartera, representando el 89,8% del total, y alcanzando su nivel más alto desde el período 2016–2025. Este comportamiento, como vimos anteriormente, está asociado principalmente a proyectos de reposición, optimización y expansión, en un contexto de precios favorables del mineral que ha impulsado tanto el desarrollo de nuevas iniciativas como la reactivación de proyectos previamente postergados.

Asimismo, se muestra una presencia creciente del litio en la cartera de inversión. A partir de 2021 comienzan a incorporarse proyectos relevantes de este mineral, cuya inversión proyectada para 2025 alcanza cerca de US\$4.700 millones, más que duplicando los montos considerados en 2021. Este aumento se explica por la puesta en marcha de la Estrategia Nacional del Litio y por la creciente demanda internacional asociada a la transición energética, lo que sugiere que el litio continuará ganando espacio en la próxima década y aportará a una diversificación gradual del portafolio de inversión minera del país.

Inversión por Tipo de Proyecto

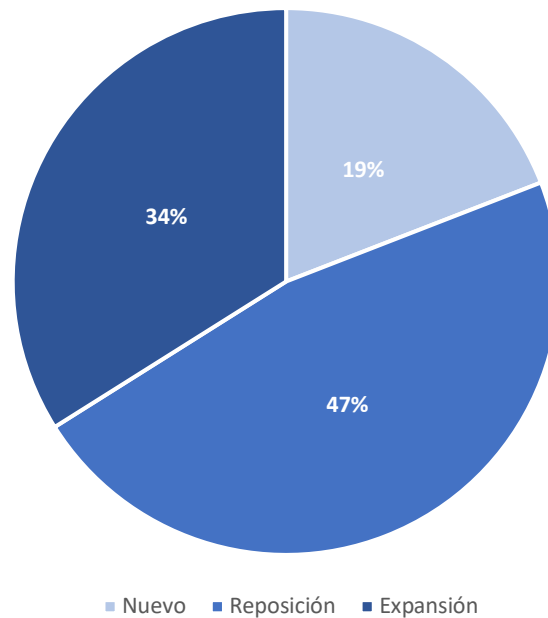


Gráfico 8. Inversión por Tipo de Proyecto en la Cartera Minera 2025-2034

Fuente: COCHILCO (2025)

En cuanto a los tipos de proyectos en la minería chilena, según datos de Cochilco (2025), en el gráfico 8 podemos ver que la inversión proyectada se concentra de manera predominante en iniciativas de reposición y expansión, las que en conjunto representan alrededor del 81% del total de la cartera. En particular, los proyectos de reposición explican cerca del 47%, mientras que los de expansión alcanzan aproximadamente un 34%, lo que refleja una clara orientación hacia esquemas brownfield (proyectos mineros que amplían o modernizan faenas ya existentes). En contraste, los proyectos nuevos representan solo en torno al 19% de la inversión total. Esta composición evidencia que la estrategia del sector está centrada principalmente en mantener, optimizar y ampliar operaciones existentes, más que en desarrollar nuevas faenas desde cero. En consecuencia, el portafolio de inversión revela una industria que prioriza la continuidad productiva, la extensión de la vida

útil de los yacimientos y el aumento de la capacidad operativa de activos mineros ya consolidados.

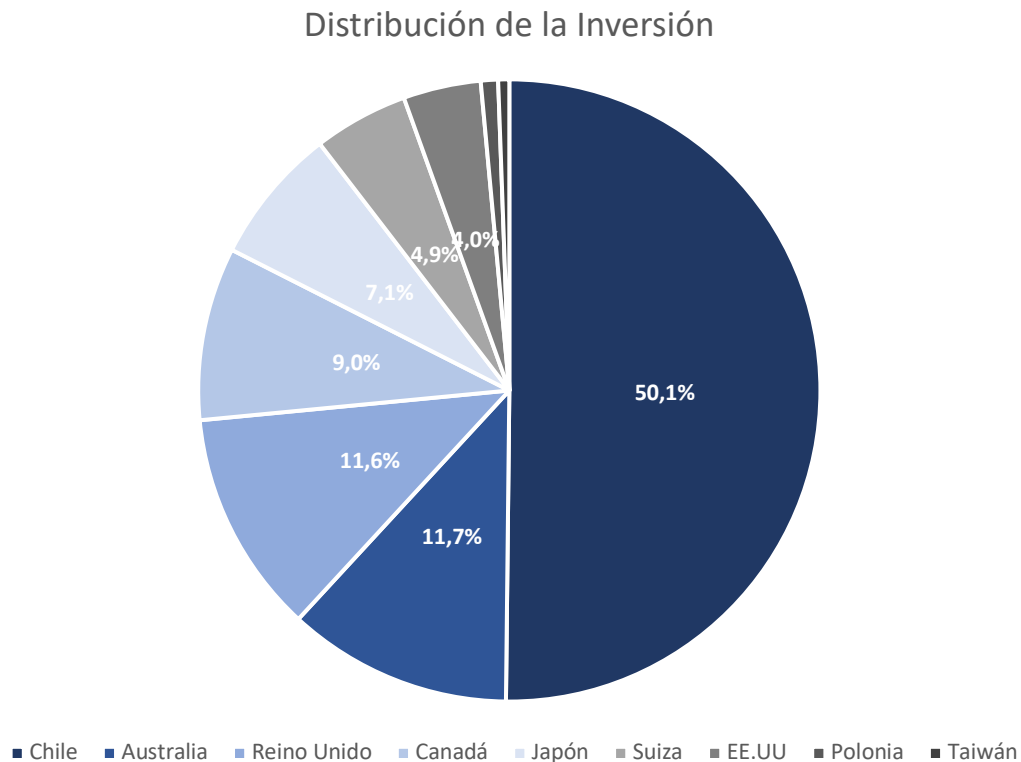


Gráfico 9. Distribución de la Inversión Minera en la Cartera 2025-2034

Fuente: COCHILCO (2025)

Finalmente, en cuanto al origen del capital en la cartera de inversión minera, en el gráfico 9 se observa una distribución prácticamente equilibrada entre inversión nacional y extranjera, lo que refleja tanto la confianza internacional en el desarrollo de proyectos mineros en Chile como el fuerte compromiso del capital local con la continuidad y expansión del sector. El capital chileno concentra el 50,1% de la inversión total proyectada, posicionándose como el principal origen de los recursos. Según datos de Cochilco (2025), esta participación está liderada por empresas

nacionales de gran escala, como Codelco y Antofagasta Minerals, cuyas carteras consideran mayoritariamente proyectos de reposición y expansión orientados a sostener la producción, extender la vida útil de los yacimientos y mejorar la eficiencia operativa en el corto, mediano y largo plazo. La magnitud de este porcentaje confirma el rol estratégico del capital local en la estabilidad y proyección de la minería chilena.

El 49,9% restante corresponde a inversión extranjera, caracterizada por una alta diversificación y una presencia histórica en el país. Destaca la inversión proveniente de Australia y el Reino Unido, asociada a grandes grupos mineros como BHP, Anglo American y Rio Tinto, así como la inversión canadiense, vinculada principalmente a compañías como Capstone Copper, Lundin Mining y Teck. A ello se suma la participación de Japón y Suiza, que se materializa en joint ventures e inversiones estratégicas relacionadas con refinación, procesamiento y provisión de tecnología minera. En conjunto, estos flujos de capital contribuyen a la consolidación de un ecosistema minero maduro y sofisticado.

2.5 Importancia del Cobre en la Minería Chilena

El cobre ocupa un lugar central en la minería chilena y en el desarrollo económico del país. Como se puede ver en el gráfico 10, su importancia es tal que en 2023 concentró cerca del 87% de las exportaciones mineras totales, consolidando a Chile como el principal productor y exportador mundial de este mineral, como veremos más adelante. Tal predominio refleja no solo la magnitud de los yacimientos nacionales y la eficiencia del sector, sino también la fuerte especialización productiva que ha caracterizado históricamente a la economía chilena.

Participación porcentual de los principales minerales en las Exportaciones Mineras de Chile (2023)

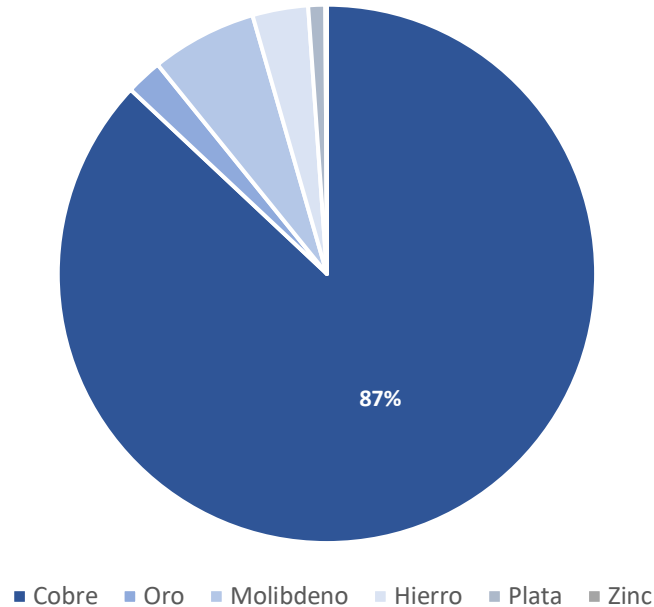


Gráfico 10. Participación de los Minerales en las Exportaciones Mineras Metálicas

Fuente: COCHILCO (2024)

En contraste, otros minerales como el molibdeno, el hierro, el oro, la plata y el zinc representan participaciones mucho menores, lo que evidencia una alta concentración en torno a un solo recurso. Si bien esta especialización ha generado importantes beneficios en términos de ingresos fiscales, inversión y empleo, también implica una vulnerabilidad estructural ante las fluctuaciones de precios internacionales y los cambios en la demanda global. En este contexto, es importante destacar la evolución que ha tenido el litio en las exportaciones mineras chilenas, pasando de representar un 0,7% en 2015 a un 13,6% en 2022 y un 9,6% en 2023 (Cochilco, 2024). A pesar de este avance, avanzar hacia una mayor diversificación minera, incorporando otros minerales estratégicos y fomentando el valor agregado en la cadena productiva, constituye un desafío clave para asegurar un desarrollo más sostenible y equilibrado en el futuro.

Durante el boom de los commodities, el precio del cobre experimentó un aumento significativo, pasando de alrededor de 0,5 dólares por libra en 2002 a cerca de 1,8 dólares en 2006, como se muestra en el gráfico 11, lo que impulsó notablemente las exportaciones mineras y el crecimiento económico de Chile. Este periodo de altos precios generó un fuerte ingreso de divisas, mayores utilidades para las empresas del sector y un incremento sustancial de la recaudación fiscal, consolidando al cobre como el principal motor del desarrollo nacional. Sin embargo, esta bonanza también profundizó la dependencia del país respecto a los recursos naturales, aumentando la vulnerabilidad frente a los ciclos internacionales de precios.

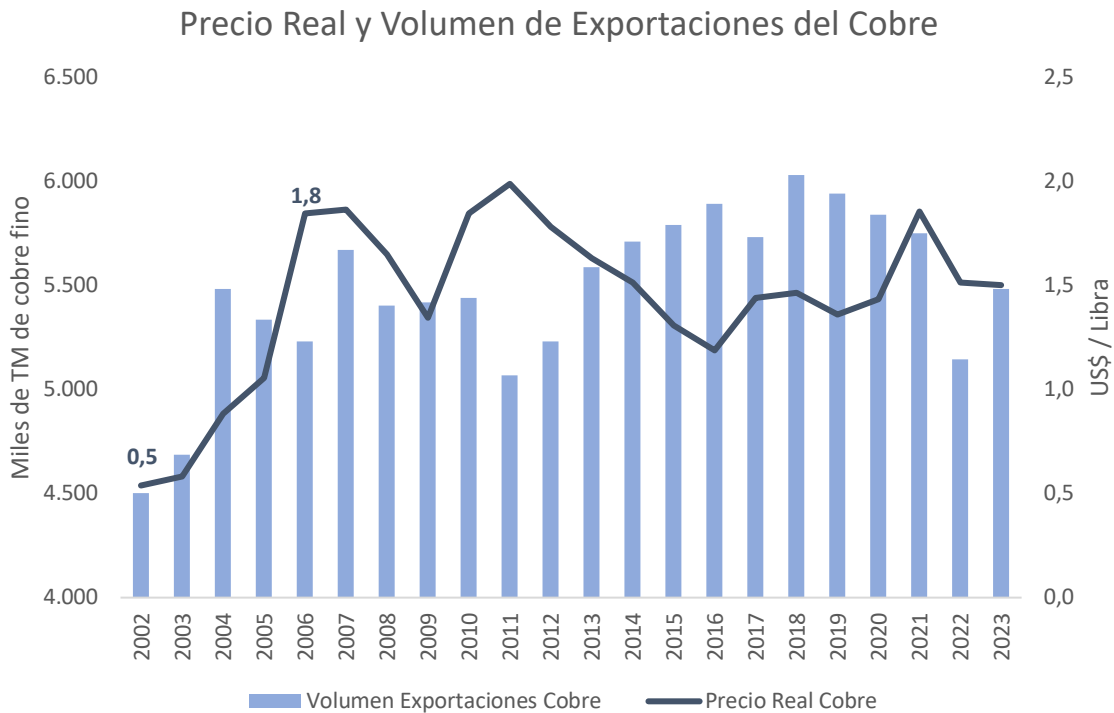


Gráfico 11. Precio y Volumen de las Exportaciones del Cobre

Fuente: Banco Central (2024)

En los años posteriores, se observa una tendencia descendente en el precio real del cobre, acompañada de fluctuaciones en el volumen exportado. Aunque la producción se ha mantenido relativamente estable, los ingresos derivados de la minería se han visto afectados por la volatilidad del mercado global y el surgimiento de nuevos competidores. Este comportamiento evidencia la necesidad de avanzar hacia una estrategia que combine estabilidad macroeconómica con innovación tecnológica, diversificación productiva y sostenibilidad ambiental. Solo de esta manera la minería, y en particular el cobre, podrá seguir siendo una fuente sólida de crecimiento sin comprometer la resiliencia económica del país frente a los vaivenes del mercado internacional.

2.6 Participación de la Minería Chilena a nivel Mundial

Como mencionamos anteriormente, Chile es el principal productor de cobre a nivel mundial; sin embargo, su participación en la producción global ha mostrado una tendencia a la baja en la última década. Tal como se observa en el gráfico 12, el país pasó de representar cerca del 30% de la producción mundial en 2015 a un 24% en 2024. Esta disminución no responde necesariamente a una contracción en la producción nacional, sino al crecimiento sostenido de otros países productores, como la República Democrática del Congo, Perú e Indonesia, que han ampliado significativamente su capacidad extractiva gracias a nuevas inversiones y proyectos de gran escala.

Participación en la Producción Mundial de Cobre de Mina

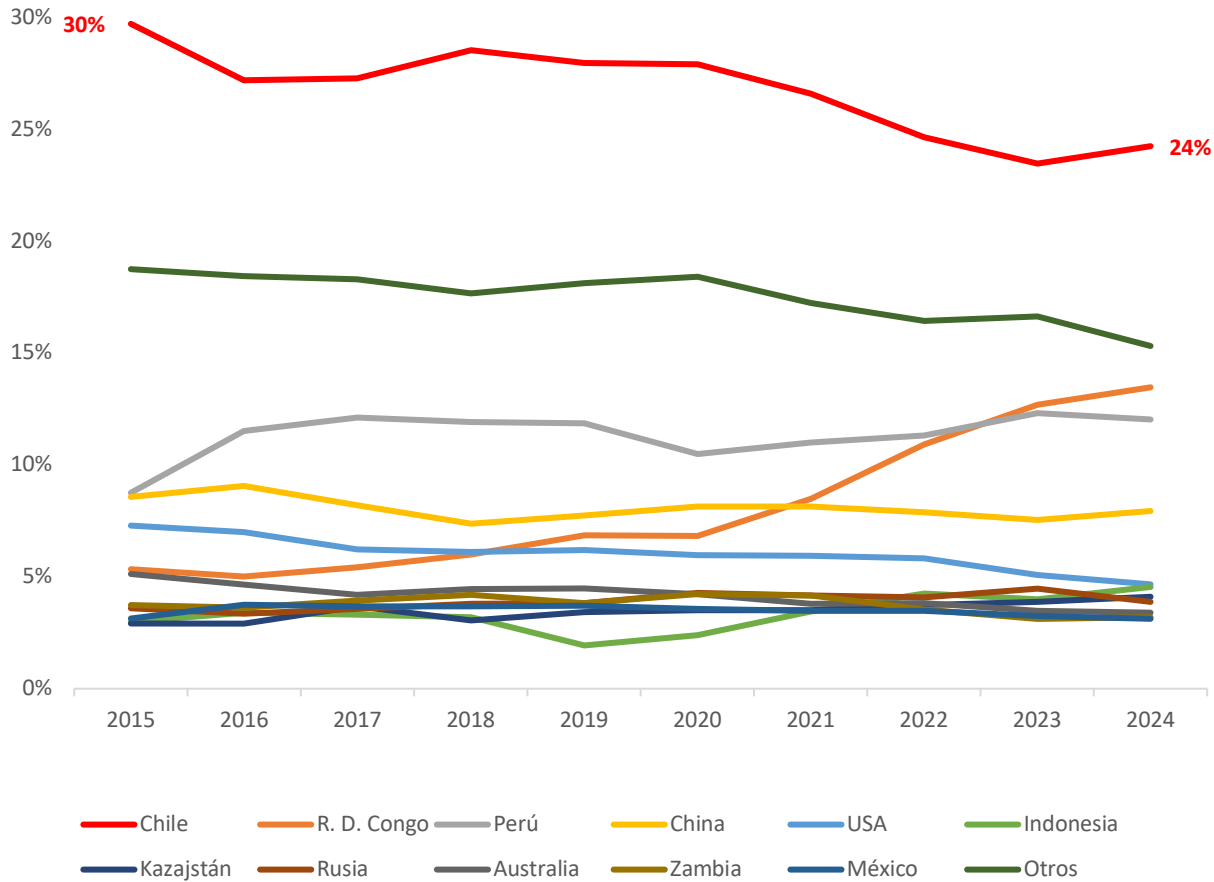


Gráfico 12. Participación en la Producción Mundial de Cobre

Fuente: COCHILCO (2024)

2.7 Productividad en la Minería

Una de las causas del escenario que hemos observado hasta ahora en la minería chilena, es el estancamiento de la productividad laboral. El gráfico 13 muestra la evolución de la Productividad Total de Factores (PTF) en la minería, la cual registra una caída superior al 35% entre 2015 y 2023. La PTF es un indicador que mide la eficiencia global con la que un sector combina sus distintos insumos, capital, trabajo,

energía, agua y tecnología, para generar producción. En otras palabras, refleja cuánto aumenta o disminuye la capacidad de producir más con los mismos recursos.

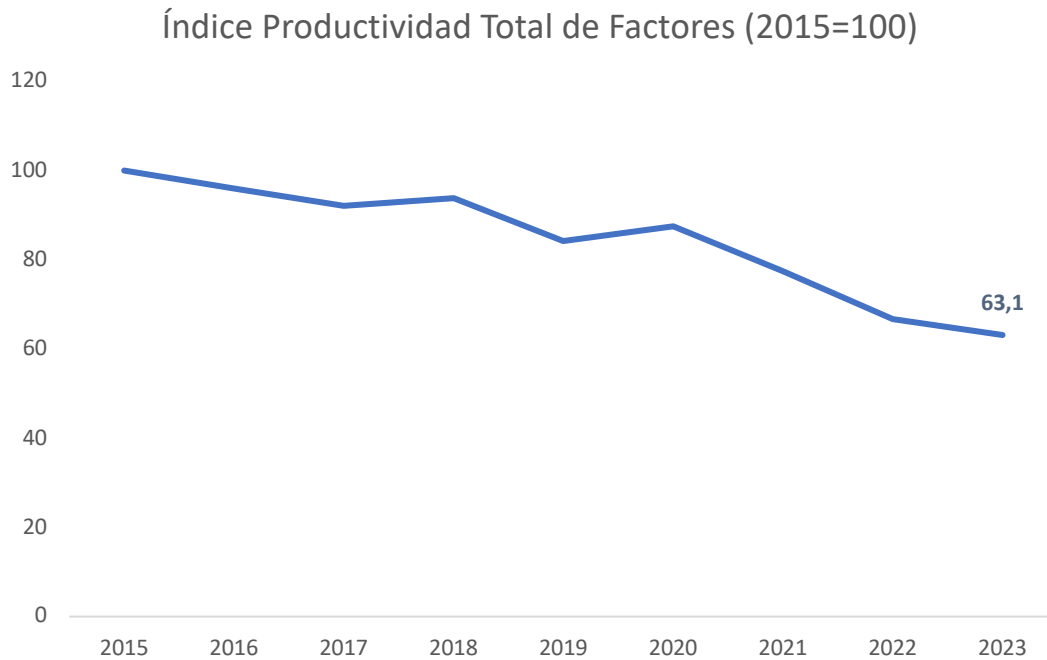


Gráfico 13. Índice de Productividad Total de Factores

Fuente: Comisión Nacional de Productividad (2025)

Por otro lado, el gráfico 14 se muestra una comparación internacional de la productividad en la minería. Podemos ver que Chile presenta un nivel de productividad inferior al promedio de los países de la OCDE y, además, un crecimiento promedio anual negativo de -1,81% entre 2012 y 2022.

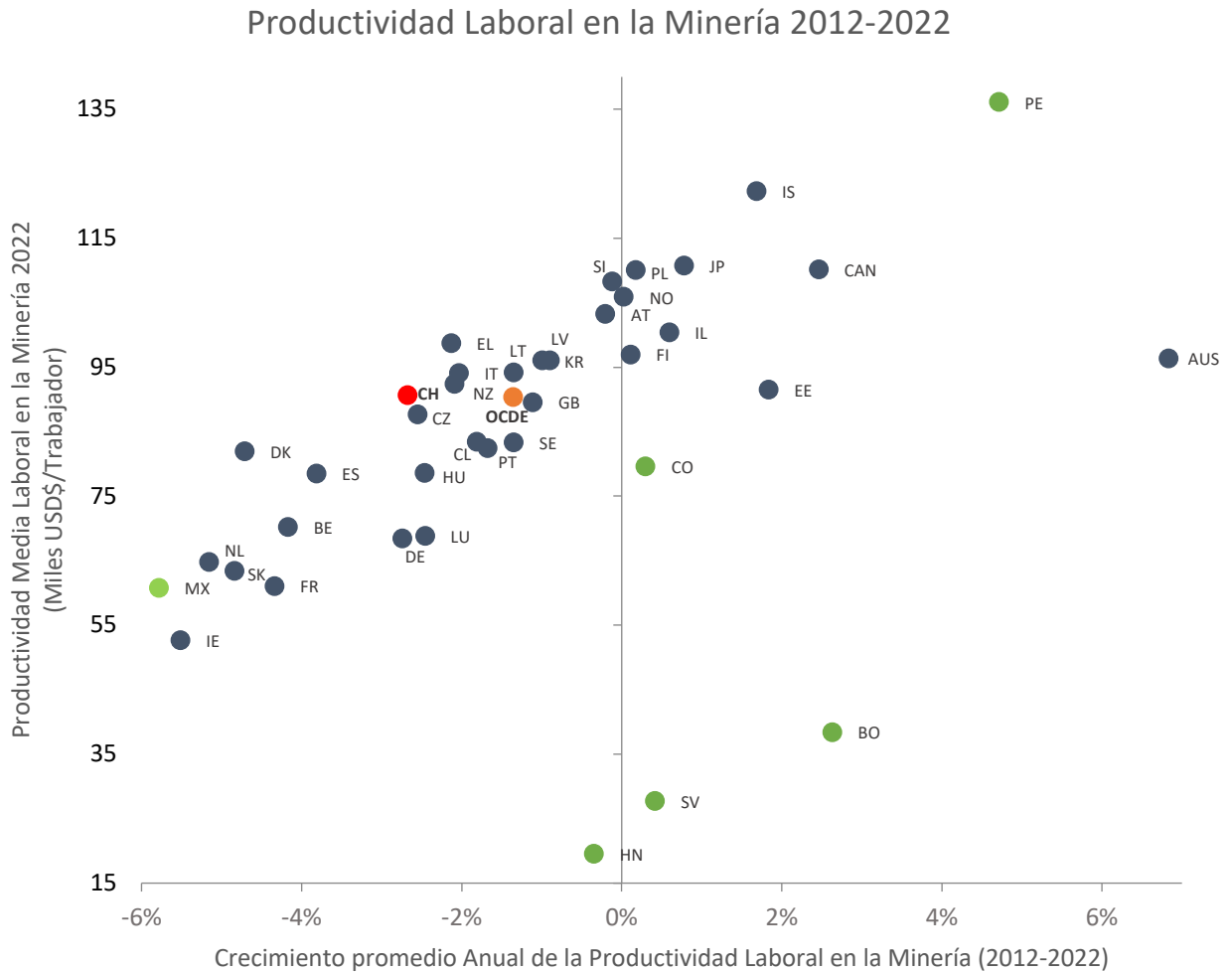


Gráfico 14. Productividad Laboral en la Minería

Fuente: CEPAL (2025) y OCDE (2025)

Este bajo dinamismo se explica, en gran parte, por factores estructurales como la madurez de los yacimientos, la disminución de las leyes del mineral, el alza en los costos de operación, los mayores requerimientos ambientales y la limitada incorporación de innovación tecnológica en algunos procesos productivos. En contraste, países competidores como Australia, Canadá y Perú han logrado mantener o incluso aumentar su productividad gracias a la automatización, la digitalización y la gestión avanzada de datos.

3. LA MINERÍA COMO RED DE VALOR

Ya habiendo visto el contexto de la minería chilena, tanto a nivel nacional como internacional, resulta clave comprender el papel que han asumido los proveedores en esta nueva etapa del desarrollo minero. La minería en Chile dejó hace tiempo de ser una actividad aislada o centrada exclusivamente en la extracción de recursos, para convertirse en una red compleja de valor que articula innovación, empleo y desarrollo territorial.

En este proceso, los proveedores han pasado de ser simples oferentes de bienes y servicios a convertirse en verdaderos socios estratégicos del sector, aportando soluciones tecnológicas, mejoras en eficiencia operativa y avances en sostenibilidad. Su participación, como veremos de manera más detallada, ha permitido diversificar la base productiva, fomentar la creación de conocimiento local y fortalecer los encadenamientos industriales, contribuyendo a una minería más competitiva y resiliente frente a los desafíos globales. En este sentido, el ecosistema de proveedores mineros se posiciona hoy como un motor esencial de la transformación productiva y tecnológica de la minería chilena.

3.1 La Evolución del Ecosistema Minero Chileno

La evolución del ecosistema de proveedores mineros en Chile ha sido clave para la transformación del sector y refleja cómo la minería ha pasado de un modelo centrado en la extracción a uno basado en innovación y colaboración. Este proceso se ha desarrollado de manera progresiva a lo largo de las últimas décadas, marcando hitos que consolidaron a los proveedores como un motor de cambio estructural para la industria.

Durante la década de 1990, la minería chilena vivió un proceso de profunda transformación asociado a la expansión del sector privado. Aunque la apertura formal se inició con la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras, Ley Nº 18.097 el año 1981, y el Nuevo Código de Minería, Ley Nº 18.248, el año 1983,

las grandes inversiones privadas comenzaron a materializarse recién en la segunda mitad de los años 80 y se consolidaron a inicios de los 90 (Banco Central de Chile & Lagos, 2001). En ese contexto, los proveedores locales cumplían un rol limitado: se concentraban principalmente en servicios básicos, mantenciones, talleres mecánicos y soluciones operativas de corto plazo, orientadas a resolver las necesidades inmediatas de las faenas en expansión.

En los años 2000, el panorama cambió con la creación del Programa de Proveedores de Clase Mundial, impulsado por BHP y Codelco, del cual hablaremos más adelante, que buscó desarrollar empresas nacionales capaces de proveer soluciones de alto estándar para operaciones globales. Esta iniciativa sentó las bases de una industria de proveedores más competitiva y tecnológicamente avanzada (Codelco, 2011).

La década de 2010 marcó un punto de inflexión con la incorporación de la digitalización y la sostenibilidad como ejes estratégicos. Se promovió la automatización de procesos, el monitoreo remoto de equipos y la gestión inteligente de datos operacionales, permitiendo optimizar la eficiencia energética y la seguridad en faena gracias al nacimiento de la corporación Alta Ley creada el 2015 (Corporación Alta Ley/PMG, 2024). Surgieron también los primeros proveedores chilenos exportadores de tecnología minera, evidenciando una diversificación del sector más allá del territorio nacional.

Finalmente, en la década de 2020, el ecosistema de proveedores evolucionó hacia una red de valor basada en innovación exportadora, impulsada por políticas y estrategias nacionales como la Estrategia Minería Verde 2050 y la Hoja de Ruta Tecnológica Alta Ley (Corporación Alta Ley, 2021). Estas iniciativas promueven una minería baja en emisiones, más automatizada y con trazabilidad ambiental, consolidando a los proveedores chilenos como actores centrales en la transición hacia una minería sostenible y competitiva a nivel global.

3.2 Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPM)

El Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPCM) fue creado hacia 2008-2009 por BHP Billiton (hoy BHP) y posteriormente adoptado por Codelco, con el fin de transformar a los proveedores chilenos en desarrolladores de soluciones tecnológicas avanzadas capaces de competir a nivel global. Surgió en un contexto donde las grandes compañías mineras enfrentaban desafíos operativos complejos, desde eficiencia energética hasta gestión de activos y reducción de costos, mientras los proveedores locales permanecían limitados a servicios básicos, sin acceso claro a las necesidades reales de la industria.

Uno de los primeros enfoques del programa fue impulsar un modelo de co-innovación industrial, donde la gran minería identificaba desafíos y el ecosistema local desarrollaba soluciones, generando capacidades en firmas locales al mismo tiempo que se resolvían problemas operacionales. La idea de este esquema es que fortalece a los proveedores y, simultáneamente, mejoraba el desempeño de las operaciones mineras.

El propósito central del PPCM era precisamente reducir esa brecha, promoviendo un modelo donde las empresas mineras identificaban desafíos tecnológicos concretos y los abrían a proveedores nacionales para que estos desarrollaran soluciones innovadoras. La lógica detrás del programa era clara: si los proveedores podían resolver problemas críticos de operaciones de clase mundial, entonces también podían escalar esas mismas soluciones a mercados internacionales, diversificando la matriz productiva de Chile y aumentando la competitividad del sector.

Uno de los elementos más relevantes que señala el artículo escrito por L. Navarro, titulado “The World Class Supplier Program for mining in Chile: Assessment and perspectives”, es la existencia de una fuerte asimetría de información entre mineras y proveedores. Las grandes compañías conocen en detalle sus procesos, sus fallas, sus cuellos de botella y sus requerimientos técnicos, pero esa información rara vez es visible para los proveedores externos. Esto genera una barrera doble: por un lado,

los proveedores no saben exactamente qué problemas son relevantes de resolver; por otro, no tienen claridad sobre los estándares que deben cumplir para que una solución sea adoptada. El PPCM intenta precisamente corregir esta falla de mercado, creando mecanismos formales para compartir desafíos tecnológicos, facilitar pilotos, reducir riesgos de innovación y permitir que los proveedores comprendan de manera más profunda las operaciones mineras.

De esta forma, el PPCM no solo fortaleció a los proveedores, sino que también generó un efecto multiplicador sobre el desarrollo productivo del país (Bravo-Ortega, 2015). Como podemos ver en el siguiente gráfico, la minería amplifica su aporte al PIB nacional a través de los encadenamientos productivos: por cada dólar generado directamente por la minería, el efecto total puede multiplicarse hasta 1,89 veces en ciertos años, impulsando empleo calificado, innovación tecnológica y actividad en sectores como ingeniería, transporte, manufacturas, software, servicios ambientales y más. En otras palabras, la existencia de proveedores cada vez más sofisticados ha sido clave para que la minería genere valor mucho más allá de lo que produce directamente el mineral. En el gráfico 15 podemos ver la evolución del Producto Interno Bruto de la minería y su respectivo efecto multiplicador.

PIB de la minería con efecto multiplicador por encadenamiento productivo

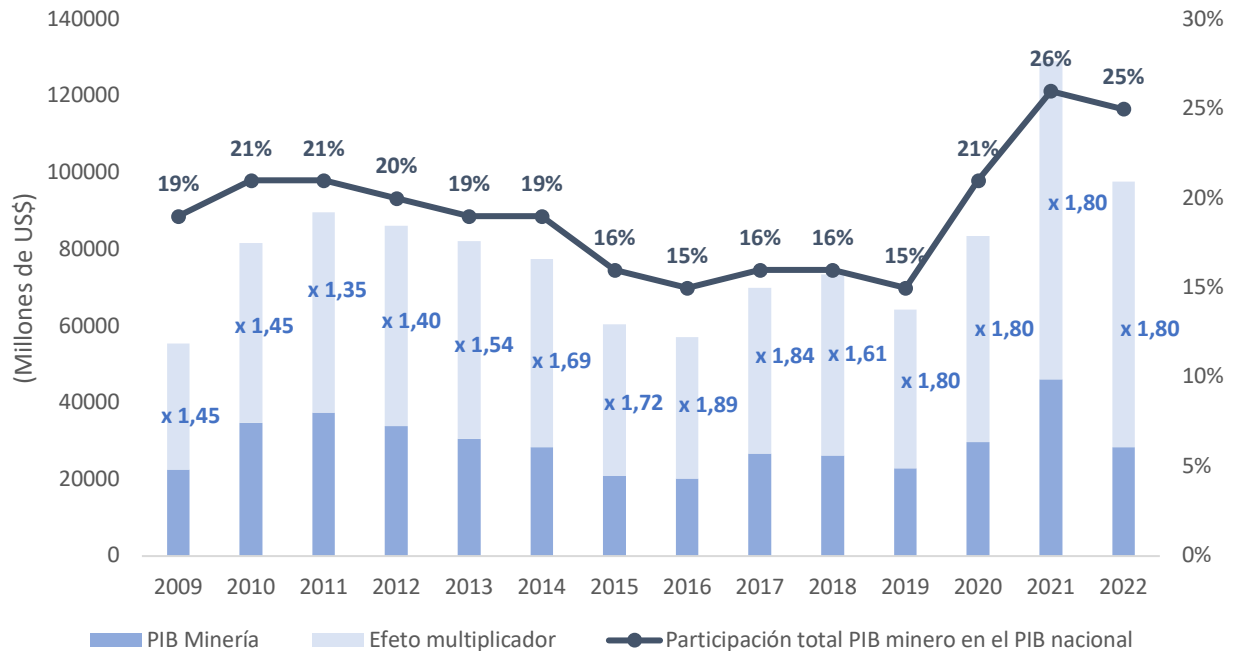


Gráfico 15. Producto Interno Bruto de la Minería con Efecto Multiplicador

Fuente: Consejo Minero (2025)

Hoy en día, este proceso de desarrollo ha dado lugar a una red de más de 8.000 empresas proveedoras que participan de manera directa o indirecta en la cadena de valor minera chilena (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales, 2024). Se trata de un ecosistema amplio, diverso y con presencia en prácticamente todo el territorio nacional, que va desde pequeñas empresas especializadas hasta compañías tecnológicas de alcance internacional. Pero lo más importante no es el número, sino cómo ha cambiado su rol dentro de la industria.

3.3 Cambio en el Rol de los Proveedores dentro de la Minería

a) De talleres locales a empresas exportadoras

El gráfico 16, publicado en *Cifras Actualizadas de la Minería* (Consejo Minero, 2024), muestra que, durante la última década, el número de empresas proveedoras que exportan se ha mantenido dentro de rangos relativamente altos y estables, evidenciando que la minería chilena cuenta con una base sólida de compañías capaces de ofrecer productos y servicios al exterior. Entre 2012 y 2021, las cifras oscilan mayoritariamente entre 421 y 544 empresas exportadoras por año, lo que refleja la consolidación de un ecosistema con capacidad permanente de internacionalización.

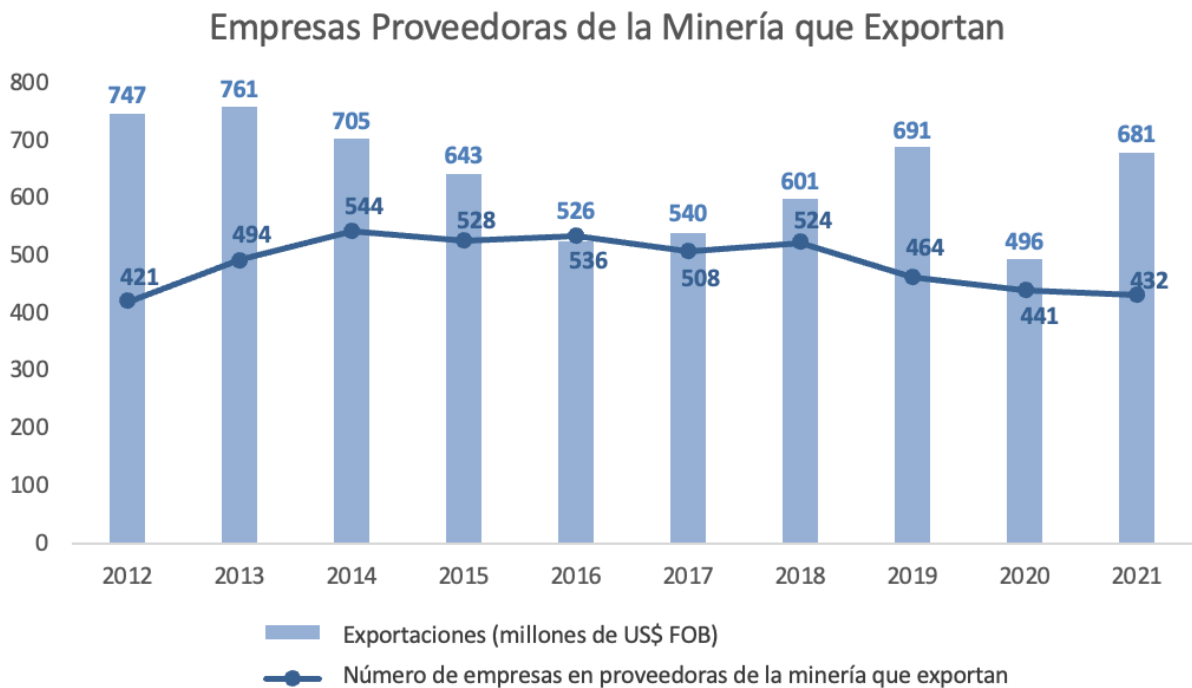


Gráfico 16. Empresas Proveedoras de la Minería que Exportan

Fuente: Consejo Minero (2024)

En ese contexto, resulta razonable interpretar que la caída observada en 2020, año en que las exportaciones totales en minería del país también disminuyeron, se relaciona con los efectos de la pandemia, que afectó tanto la logística internacional como la operación de múltiples proveedores. Esta contracción coincidió con una reducción temporal en la cantidad de empresas exportadoras, lo que sugiere que el shock sanitario tuvo un impacto directo en su capacidad para sostener envíos al exterior.

Aun así, el hecho de que las cifras se mantengan altas a lo largo de toda la serie confirma que el ecosistema de proveedores chilenos evolucionó desde talleres locales hacia empresas con presencia internacional, capaces de competir en mercados altamente exigentes.

b) De servicios básicos a soluciones integradas en automatización y energías limpias

La industria minera está transitando desde un modelo basado en mantenimiento y servicios básicos hacia soluciones altamente integradas en automatización, robótica, gestión de datos y energías limpias.

A partir del gráfico 17 elaborado por el Consejo Minero (2024), se observa que los proveedores de la minería destacan entre todos los sectores productivos por su alto nivel de adopción digital y por el profundo cambio organizacional que han debido implementar. Su posición en el cuadrante superior derecho evidencia que este segmento no solo incorpora nuevas tecnologías, sino que además transforma de manera significativa sus procesos internos, cultura de trabajo y modelos de negocio para responder a las crecientes exigencias de la industria minera. Esta madurez digital superior es coherente con la necesidad de operar en entornos altamente especializados, seguros y eficientes, donde la automatización, la robótica y la analítica avanzada son cada vez más determinantes.

Madurez Digital de los Proveedores de la Minería

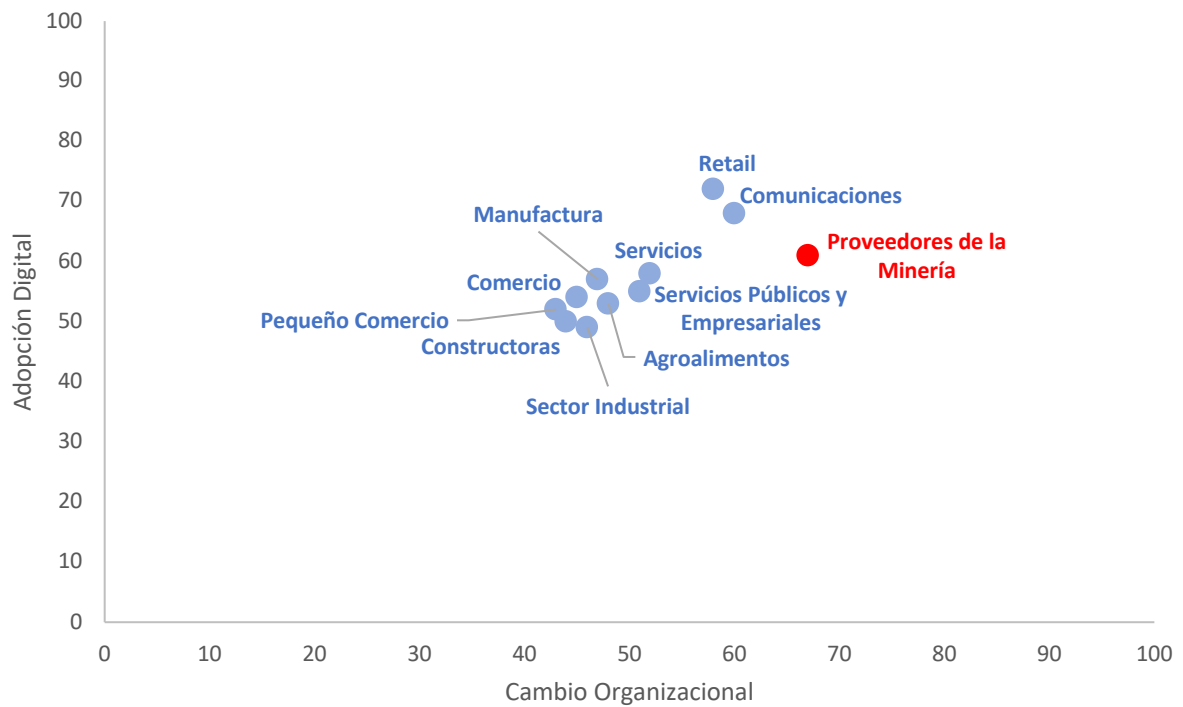


Gráfico 17. Madurez Digital de los Proveedores de la Minería

Fuente: Consejo Minero (2024)

Por otro lado, según lo que se publicó en *Innovación tecnológica y automatización en la minería chilena: El camino hacia 2025* (PUC, 2025), se espera que las grandes operaciones mineras adopten tecnologías como camiones autónomos, perforadoras automáticas y plataformas de Big Data, herramientas que permiten mejorar tanto la eficiencia de las faenas como los estándares de seguridad.

En materia de sostenibilidad, se proyecta que la energía renovable desempeñe un papel central. Diversas minas chilenas ya están incorporando sistemas solares y eólicos para reducir su huella de carbono, aprovechando los recursos naturales del país e impulsando una minería más limpia y competitiva.

El informe también destaca que el uso intensivo de Big Data y machine learning permitirá integrar grandes volúmenes de información en tiempo real, mejorando la toma de decisiones, la planificación operativa y el mantenimiento predictivo.

Finalmente, se subraya que las innovaciones tecnológicas también están transformando ámbitos como la gestión de residuos y el uso eficiente del agua, elementos clave para avanzar hacia procesos más sostenibles y con un menor impacto ambiental.

c) De proveedores dependientes a colaboradores en innovación y sostenibilidad

El mercado de la Minería Verde está creciendo con fuerza y se proyecta que pase de US\$ 11.200 millones en 2022 a casi US\$ 19.000 millones en 2029 (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales, 2024), reflejando cómo la sostenibilidad dejó de ser un elemento complementario para transformarse en un eje central del desarrollo minero. Este crecimiento abre nuevas oportunidades para proveedores capaces de ofrecer soluciones limpias, eficientes y alineadas con las exigencias ambientales y sociales de la industria.

En este contexto, el gráfico 18, extraído del *Informe de Abastecimiento Sostenible en la Industria de Proveedores* (Cochilco, 2023), muestra cuáles son las prioridades ambientales, sociales y de gobernanza que hoy influyen en las licitaciones mineras, según las respuestas de 163 empresas proveedoras.

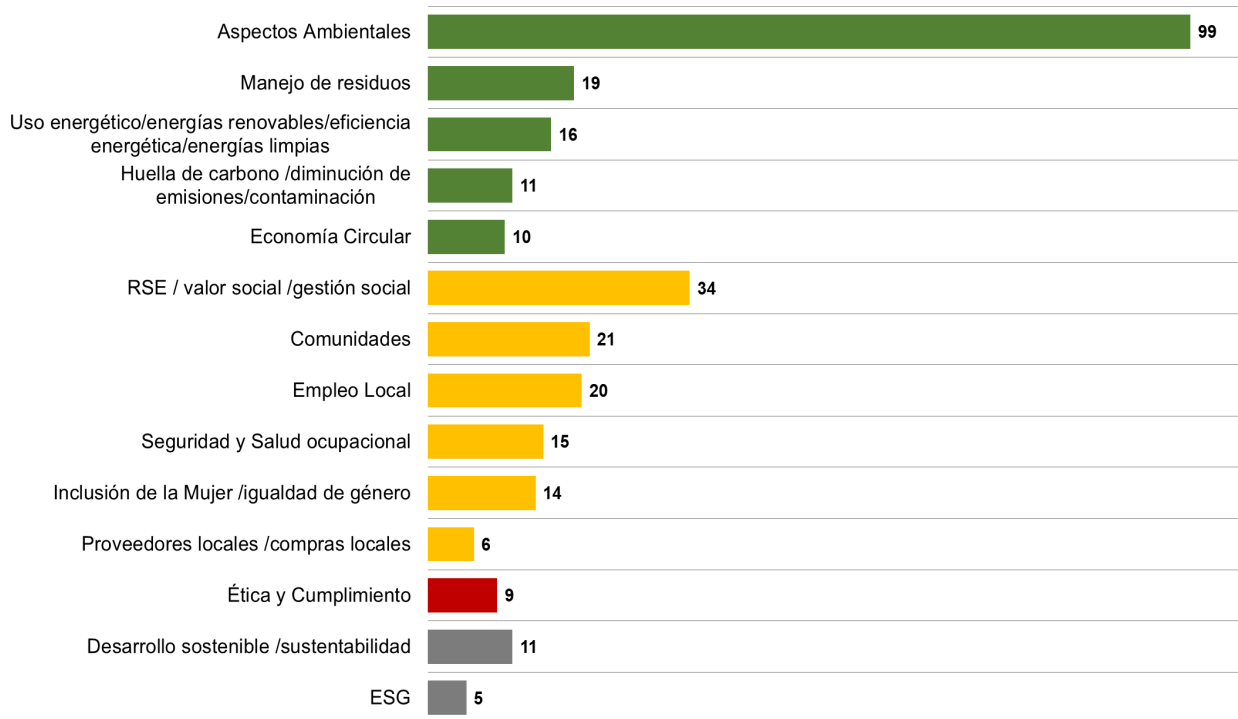


Gráfico 18. Encuesta Abastecimiento Sostenible

Fuente: COCHILCO (2023a)

En el ámbito ambiental, destacan los aspectos ambientales generales (39 menciones), el manejo de residuos (19) y el uso de energías renovables o eficiencia energética (16), lo que evidencia la importancia de reducir impactos y avanzar hacia operaciones más limpias.

En la dimensión social, sobresale la responsabilidad social y el valor social (34 menciones), seguida de la equidad de género, seguridad laboral y el desarrollo local, lo que muestra que las empresas mineras están poniendo atención creciente a cómo sus proveedores contribuyen al bienestar de trabajadores y comunidades.

Finalmente, en materia de gobernanza y elementos transversales, aparecen prioridades como ética y cumplimiento y desarrollo sostenible, reflejando la

necesidad de fortalecer la transparencia y asegurar prácticas responsables en toda la cadena de valor.

En suma, el gráfico evidencia que los proveedores ya no son evaluados solo por costos o capacidades técnicas, sino por su contribución a una minería más sostenible, coherente con las tendencias globales y con las exigencias actuales del sector.

3.4 Capital de Riesgo como motor de desarrollo de la Innovación Minera: el Caso de Aurus Venture III

El desarrollo del ecosistema de proveedores mineros en Chile ha sido impulsado por una combinación de factores, entre ellos las políticas públicas y la creciente demanda tecnológica de la gran minería. En este contexto, el venture capital especializado en minería desempeña un rol relevante como alternativa de financiamiento al canalizar capital hacia empresas tecnológicas de alto potencial, permitiendo acelerar el proceso de reducción del riesgo en múltiples dimensiones (*de-risking*) necesario para validar y escalar en terreno sus soluciones, y su posterior comercialización a escala global.

Un ejemplo de este enfoque es el fondo de inversión **Aurus Ventures III**, lanzado en 2015 y considerado el primer fondo de venture capital a nivel global con foco en tecnologías aplicadas a la minería. Según lo señalado por Victor Aguilera¹, el fondo buscó apoyar empresas innovadoras que utilizaran Chile como plataforma de validación para posteriormente escalar globalmente, combinando financiamiento con acceso a operaciones mineras donde probar sus tecnologías en condiciones reales.

Este tipo de instrumentos ha contribuido a acelerar el surgimiento de empresas tecnológicas capaces de abordar desafíos críticos de la industria minera. Entre ellas

¹ Managing Partner de Aurus Venture III

se encuentran **TIMining²** y **Ceibo Tech³**, ambas parte del portafolio de Aurus Ventures III y ejemplos representativos del tipo de innovación que ha emergido desde el ecosistema chileno.

Por un lado, TIMining es una empresa chilena especializada en el desarrollo de soluciones de software para mejorar la productividad y seguridad de la explotación de yacimientos mineros. Su tecnología se basa en un gemelo digital que replica en tiempo real, con alta precisión, los procesos que ocurren dentro del yacimiento.

La plataforma integra información proveniente de sensores desplegados en la mina, así como de equipos estacionarios y de la flota de carguío y transporte. A partir de estos datos, TIMining ha desarrollado herramientas de visualización 3D, inteligencia artificial y analítica avanzada que permiten monitorear, controlar y optimizar la ejecución del plan minero, incluyendo procesos como perforación, tronadura, diseño geotécnico del rajo y optimización del carguío y transporte.

Como resultado, estas soluciones permiten mejorar la gestión del riesgo, aumentar la eficiencia operacional y apoyar la toma de decisiones en tiempo real dentro de la operación minera.

Por otro lado, Ceibo Tech es una empresa chilena especializada en mejorar la sustentabilidad y productividad de las operaciones mineras mediante tecnologías de procesamiento de cobre. Su innovación se centra en un proceso hidrometalúrgico para la lixiviación de minerales sulfurados de cobre, en particular calcopirita, uno de los principales desafíos metalúrgicos de la industria.

Este proceso permite obtener cobre fino de alta pureza (99,9%) con atractivas tasas de recuperación y cinética acelerada, ofreciendo una alternativa a los procesos tradicionales de concentración, fundición y refinación.

² Para más información, visitar el link: <https://www.aurus.cl/portafolio/timining/>

³ Para más información, visitar el link: <https://www.ceibo.tech/es/>

Como resultado, la tecnología puede reducir significativamente los requerimientos de inversión y los costos operacionales, al mismo tiempo que disminuye el consumo de agua y energía por tonelada de cobre producida, y elimina la necesidad de tranques de relaves.

En conjunto, los casos de TIMining y Ceibo Tech ilustran cómo el ecosistema chileno de innovación minera ha comenzado a generar soluciones tecnológicas con impacto en distintas etapas de la cadena de valor, apoyadas por instrumentos de financiamiento especializados como el venture capital.

4. IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD, SOSTENIBILIDAD E INNOVACIÓN

El papel de los proveedores no solo ha redefinido la estructura productiva del sector minero, sino que también se ha convertido en el corazón mismo de la competitividad minera chilena. Gracias a su capacidad de innovación y adaptación tecnológica, la industria ha logrado avances concretos en ámbitos clave: reducción de costos operacionales mediante digitalización y mantenimiento predictivo; disminución de emisiones y menor consumo hídrico a través de la transición energética y el uso creciente de agua desalinizada; y mejoras sustantivas en seguridad laboral y trazabilidad de procesos. Estos impactos, que han fortalecido la eficiencia y la sostenibilidad del sector, serán analizados con mayor detalle más adelante.

4.1 Reducir costos operacionales a través de digitalización y mantenimiento predictivo

La digitalización y el mantenimiento predictivo se han convertido en herramientas clave para reducir los costos operacionales en la minería. Según BHP (2024), el uso de inteligencia artificial para monitorear el estado de los equipos permite anticipar fallas inesperadas y disminuir significativamente los periodos de inactividad no planificada, uno de los factores que más impacto tiene en los costos productivos.

A través de algoritmos que analizan en tiempo real los datos generados por la maquinaria minera, es posible determinar con precisión cuándo realizar mantenciones, evitando rupturas imprevistas y pérdidas asociadas a paradas de emergencia. Esta capacidad de anticipación no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también optimiza la vida útil de los activos y eleva la productividad global de las faenas.

4.2 Disminuir emisiones y consumo hídrico, mediante transición energética y desalinización

En primer lugar, la minería chilena es una de las actividades más intensivas en uso de energía, algo que queda claro en el *Plan Sectorial de Cambio Climático para el sector Minería* (Ministerio de Minería y MMA, 2023). El sector representa alrededor del 17% de las emisiones nacionales, cifra que se descompone en dos tipos principales. Por un lado, están las emisiones directas (7% del total nacional), que corresponden a las emisiones que se generan *dentro* de la operación minera, por ejemplo, por el uso de combustibles fósiles en maquinaria pesada, tronaduras, transporte interno o equipos diésel en faenas. Por otro lado, están las emisiones indirectas (10% del total nacional), asociadas al consumo de electricidad que la minería adquiere desde la red; es decir, no se emiten directamente en la faena, sino que provienen de cómo se genera la energía que la industria consume.

De estas emisiones en la minería, aproximadamente un 40% de las emisiones corresponde a actividades realizadas en mina rajo, que es la explotación a cielo abierto que caracteriza a gran parte de la minería del cobre en Chile. Este tipo de operación requiere el uso masivo de camiones de extracción, palas, perforadoras y otros equipos intensivos en combustibles. A su vez, cerca de un 29% de las emisiones proviene de los procesos de concentración, etapa donde el mineral es triturado, molido y sometido a flotación para obtener el concentrado de cobre. Estos procesos demandan grandes cantidades de energía eléctrica para mover molinos, bombas y sistemas de procesamiento.

El gráfico 19 se muestra el consumo de energía en la minería del cobre y su participación en el consumo a nivel nacional.

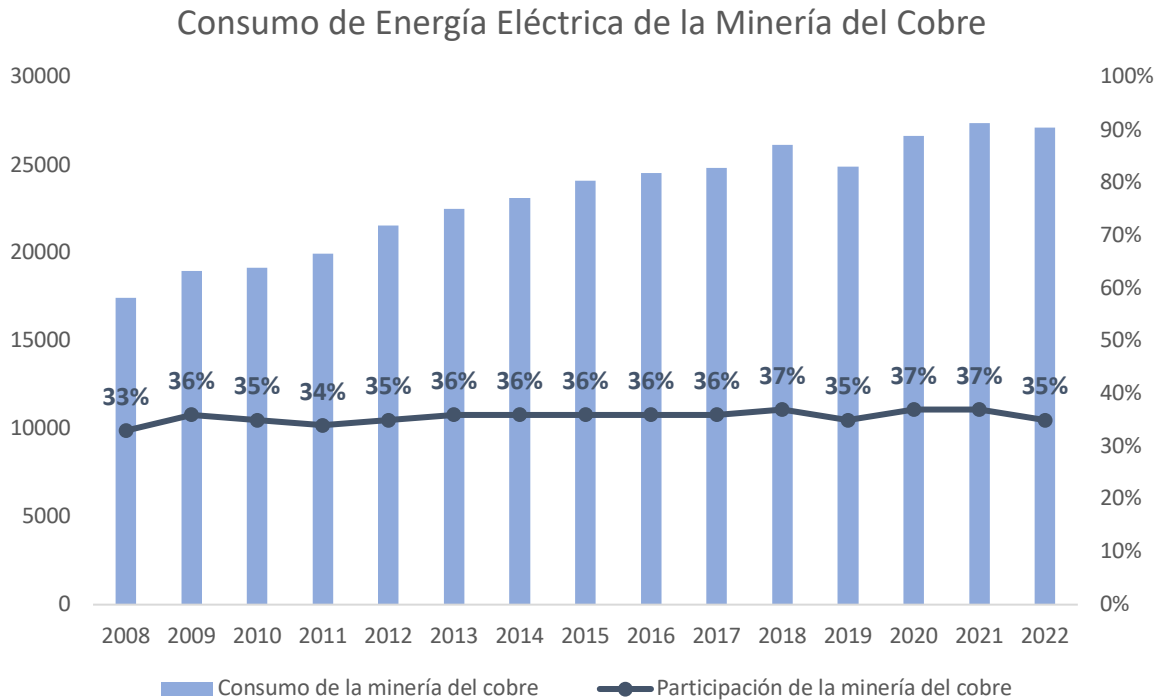


Gráfico 19. Consumo de Energía Eléctrica de la Minería del Cobre

Fuente: Consejo Minero (2024)

En este gráfico se observa que, aunque la minería del cobre ha aumentado su consumo total, pasando de aproximadamente 17.400 GWh en 2008 a más de 27.000 GWh en 2022, la participación del sector en el consumo eléctrico nacional se ha mantenido relativamente estable, en torno al 33–37%. Esto muestra que, pese a un mayor consumo absoluto, la industria ha logrado contener su crecimiento relativo gracias a mejoras tecnológicas y operacionales.

El gráfico 20 presenta las proyecciones de consumo eléctrico para 2023–2034, bajo cuatro trayectorias: base, posible, probable y potencial. El escenario base refleja la trayectoria más realista según los antecedentes actuales, considerando los proyectos en operación y expansiones confirmadas. En él, el consumo se mantiene relativamente estable, con variaciones moderadas en el tiempo, y hasta con tendencias al decrecimiento. Los otros escenarios muestran consumos más altos porque incluyen supuestos adicionales de nuevos proyectos, mayor producción o condiciones más intensivas en energía.

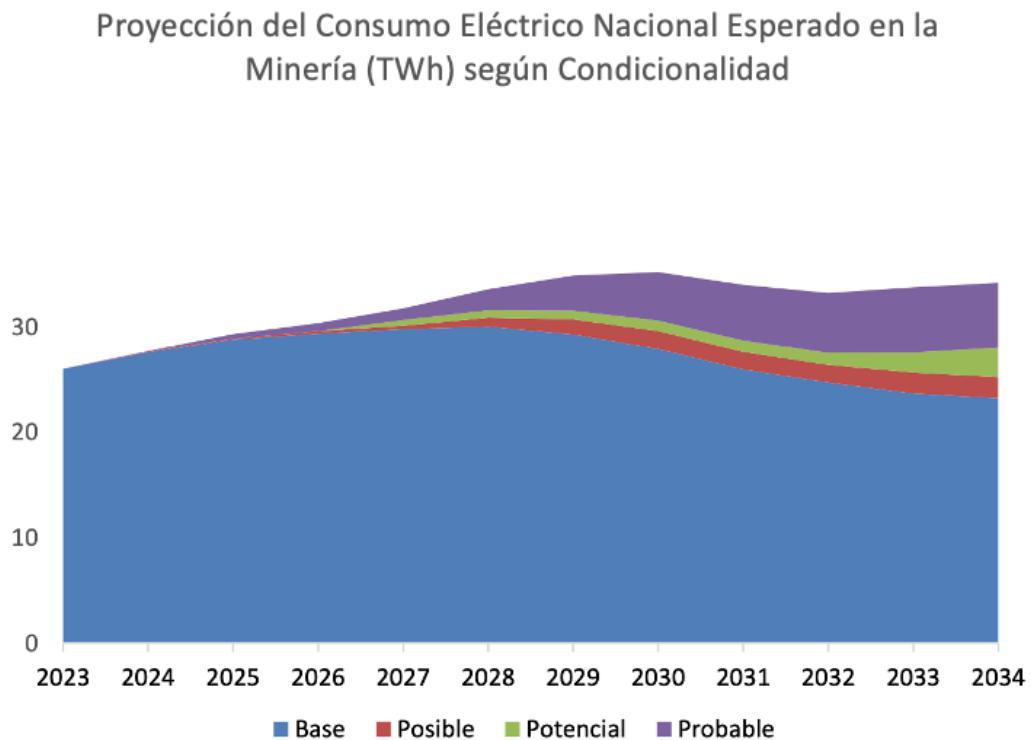
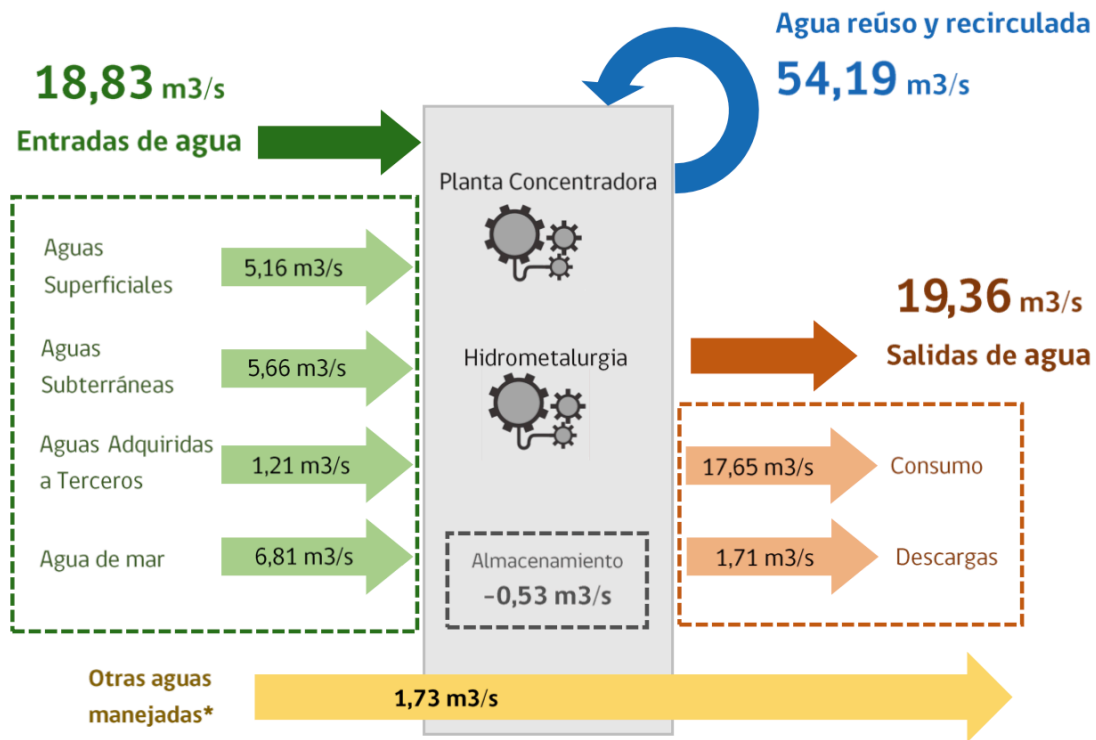


Gráfico 20. Proyección de Consumo Eléctrico de la Minería del Cobre

Fuente: COCHILCO (2023c)

Por otro lado, en la minería el consumo de agua es un factor crítico para la sostenibilidad del sector, tanto por la magnitud de los volúmenes utilizados como por la necesidad de operar en territorios donde el recurso hídrico es altamente escaso.

La figura 1 corresponde al balance hídrico del año 2023, donde se observa con claridad la distribución de las entradas y salidas de agua en la minería del cobre.



*Estas aguas no son para uso operativo de la minería

Figura 1. Balance Hídrico del año 2023

Fuente: COCHILCO (2024)

Durante el año 2023, las faenas incorporaron 18,83 m³/s de agua proveniente de fuentes superficiales, subterráneas, compras a terceros y, cada vez con mayor

relevancia, agua de mar, que representa hoy una parte creciente del abastecimiento minero.

Este recurso se utiliza principalmente en la planta concentradora y en procesos de hidrometalurgia, ambos altamente demandantes de agua para molienda, flotación y transporte de pulpa. Al mismo tiempo, destaca el gran volumen de agua recirculada y reutilizada (54,19 m³/s), reflejo de los esfuerzos de la industria por reducir el uso de agua fresca y aumentar la eficiencia interna de los procesos.

Un aspecto relevante del 2023 fue la disminución del volumen almacenado (-0,53 m³/s). Esto implica que, dadas las condiciones operacionales de ese año, el sistema requirió utilizar parte del agua disponible en estanques y embalses internos para poder seguir funcionando. Es decir, se extrajo más agua de lo habitual desde las reservas, reduciendo el nivel de almacenamiento. Este comportamiento puede variar según el balance hídrico anual de la industria, que depende tanto de la producción como de la disponibilidad y recirculación del recurso.

En cuanto a las salidas, el gráfico muestra un total de 19,36 m³/s, de los cuales 17,65 m³/s corresponden al agua efectivamente consumida durante el proceso y 1,71 m³/s a descargas autorizadas hacia el medio ambiente. Además, aparecen las denominadas “otras aguas manejadas” (1,73 m³/s), que son aguas que la faena debe gestionar, por ejemplo, infiltraciones, escorrentías o drenajes, pero que no forman parte del proceso operativo ni se utilizan directamente en la producción. En conjunto, estos datos reflejan la creciente complejidad del manejo hídrico en la minería y su importancia en el sector.

Los gráficos 21 y 22 permiten entender cómo ha evolucionado esta dinámica.

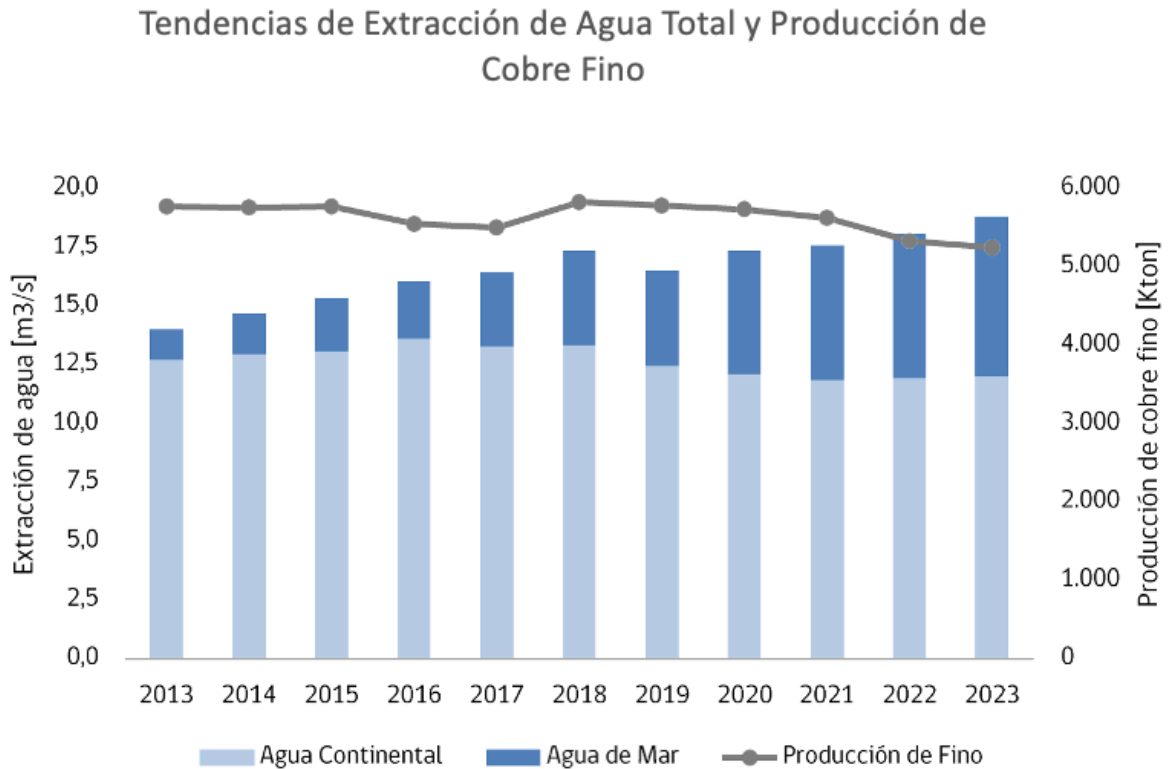


Gráfico 21. Tendencias de Extracción de Agua Total y Producción de Cobre

Fuente: COCHILCO (2024)

En gráfico 21 se aprecia que, si bien la extracción total de agua se ha mantenido relativamente estable en la última década, la proporción de agua de mar ha aumentado de forma sostenida, reemplazando parte del uso de agua continental. Esto es especialmente importante porque gran parte de la producción de cobre se ubica en zonas áridas del norte de Chile, donde la disponibilidad de agua dulce es limitada. La minería ha respondido a este desafío construyendo plantas desaladoras y sistemas de impulsión que permiten operar con agua de mar, reduciendo la presión sobre fuentes continentales.

A continuación, el gráfico 22 muestra las proyecciones de demanda de agua hasta 2034, el cual confirma esta tendencia mencionada.

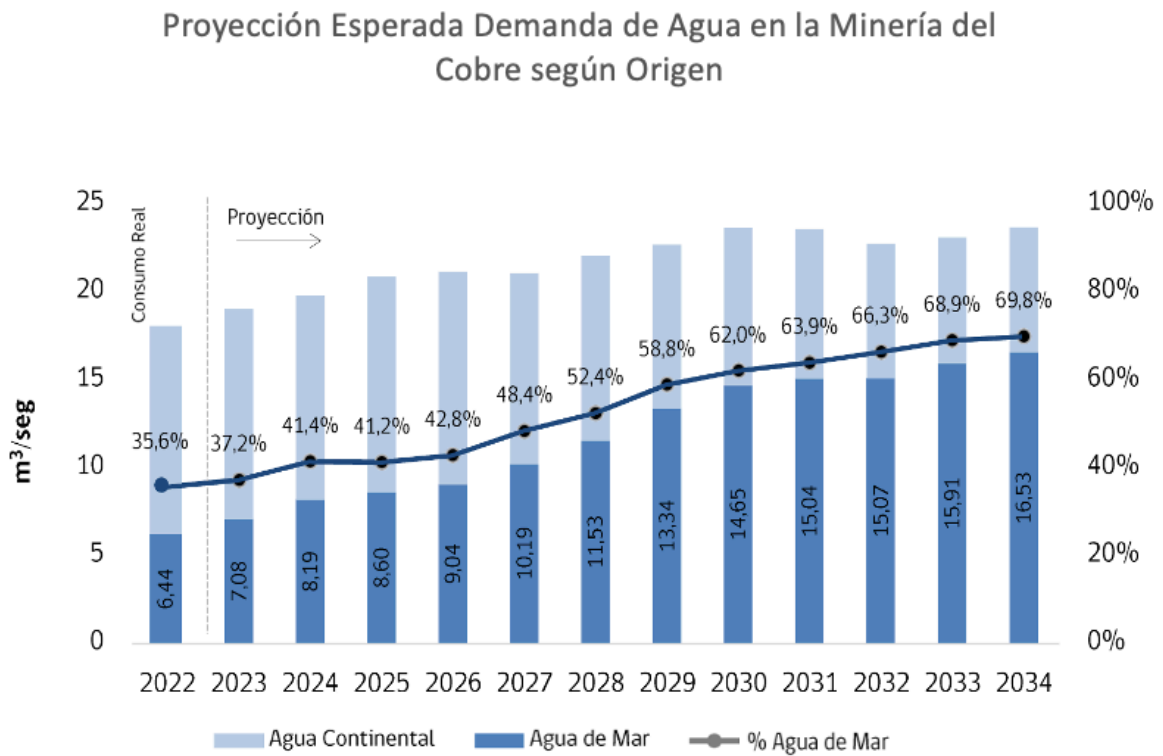


Gráfico 22. Proyección Esperada de la Demanda de Agua en la Minería del Cobre

Fuente: COCHILCO (2023b)

La participación del agua de mar pasaría de 35,6% en 2022 a casi 70% en 2034, impulsada por nuevas plantas desalinizadoras y la expansión de sistemas existentes. Aunque la demanda total de agua crecerá, el incremento se concentra casi exclusivamente en el uso de agua de mar, mientras que la extracción de agua continental se mantiene estable o incluso tiende a reducirse.

Estos avances no se deben únicamente a las mineras, sino también al rol de los proveedores, que han desarrollado tecnologías de desalinización, recirculación, manejo de relaves y eficiencia hídrica. Gracias a estas soluciones, hoy la minería chilena avanza hacia un modelo de menor impacto ambiental, menos dependiente de fuentes continentales y más alineado con las exigencias de sostenibilidad.

Si bien esta evolución no depende únicamente del trabajo de los proveedores, ellos han sido fundamentales para impulsar tecnologías de eficiencia energética, electrificación, integración de energías renovables y soluciones de desalinización, contribuyendo a que la minería pueda avanzar hacia procesos más limpios, con menos emisiones y menor presión hídrica.

4.3 Mejorar la seguridad laboral y trazabilidad de procesos

La seguridad es uno de los pilares más críticos en la minería, una industria caracterizada por entornos de alto riesgo, uso de maquinaria pesada y operaciones complejas que requieren controles rigurosos para proteger a miles de trabajadores.

En este contexto, el gráfico 23 muestra un avance notable: entre 2020 y 2025, la tasa de accidentabilidad anual cayó de 0,16% a 0,08%, es decir, una reducción cercana al 50%. Esta mejora se observa tanto en trabajadores propios como en contratistas, reflejando un esfuerzo transversal de toda la industria por fortalecer la prevención de riesgos, profesionalizar las operaciones e incorporar tecnologías que permiten monitoreo en tiempo real, automatización y mayor control de condiciones peligrosas.

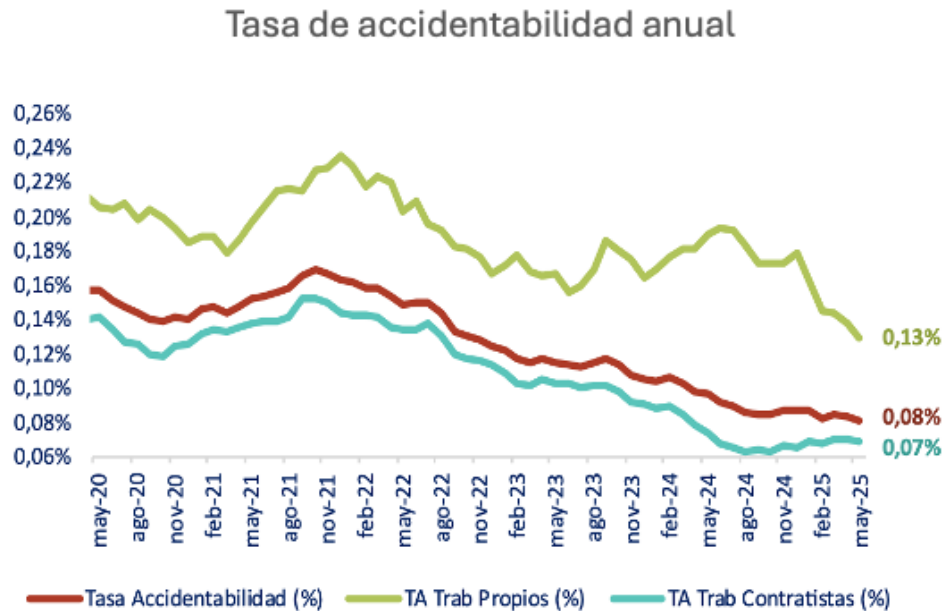


Gráfico 23. Tasa de Accidentabilidad en la Minería

Fuente: SONAMI (2025)

Esta tendencia descendente refleja un fortalecimiento sostenido de los sistemas de prevención de riesgos, mejores prácticas operacionales y una creciente incorporación de tecnologías que permiten monitorear condiciones de trabajo en tiempo real, reducir exposición a tareas peligrosas y anticipar incidentes.

Otro componente clave para garantizar operaciones seguras y controladas es la trazabilidad y gestión de riesgos. En minería, la trazabilidad consiste en registrar, identificar y seguir cada proceso, equipo y operación, de modo que sea posible conocer qué se hace, cómo se hace y bajo qué condiciones se está ejecutando. Esto permite anticipar fallas, intervenir a tiempo, estandarizar procedimientos y asegurar el cumplimiento normativo, impactando directamente en la reducción de accidentes y en la continuidad operacional.

La figura 2 presentada es un ejemplo de cómo se estructura este enfoque: primero se identifican los procesos y operaciones esenciales (1), luego se reconocen sus

riesgos y peligros (2), para posteriormente analizarlos y evaluarlos (3). Con esa información, se implementan medidas de control y tratamiento del riesgo (4), y finalmente se realiza un monitoreo y revisión continua (5). Aunque simplificado, este esquema refleja la importancia que tiene la trazabilidad en la minería moderna, donde la gestión sistemática y transparente de la información es fundamental para mantener estándares de seguridad cada vez más exigentes.

Trazabilidad y gestión de riesgos en el proceso minero



Figura 2. Trazabilidad y Gestión de Riesgos en el Proceso Minero

Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería (2020)

Gracias al impulso de sus proveedores, la minería chilena ha logrado importantes avances en materia ambiental, de seguridad y de desarrollo tecnológico, incorporando soluciones que han elevado los estándares operacionales del sector. Sin embargo, estos progresos no eliminan los desafíos que aún persisten. Hoy la industria enfrenta brechas relevantes en sostenibilidad, confianza, y articulación..

En síntesis, los proveedores han sido un motor clave del avance, pero todavía existe un amplio espacio para seguir mejorando.

5. DESAFÍOS ACTUALES

Como vimos anteriormente, los avances del ecosistema de proveedores han sido fundamentales para la modernización reciente de la minería chilena, permitiendo progresos relevantes en eficiencia, sostenibilidad, seguridad y adopción tecnológica. Sin embargo, estos avances se desarrollan en un contexto cada vez más exigente, donde emergen desafíos estructurales que condicionan su impacto sobre la productividad, la legitimidad social y la sostenibilidad de largo plazo del sector.

En particular, la aceleración de la transición energética, la necesidad de fortalecer la confianza social y territorial, y las brechas persistentes de articulación institucional configuran un conjunto de desafíos que atraviesan a toda la cadena de valor minera. La presente sección examina estos desafíos actuales desde una perspectiva integral, identificando los principales ámbitos donde se concentran las tensiones y limitaciones del sistema, y que servirán de base para el análisis posterior de sus implicancias en términos de política pública.

5.1 Transición energética y carbono neutralidad

Por un lado, la minería aún enfrenta el desafío de acelerar su transición hacia la carbono neutralidad. Para lograrlo, el sector debe no solo expandir el uso de energías limpias, sino también integrar de manera mucho más profunda a proveedores capaces de desarrollar soluciones de eficiencia energética, electrificación de flotas, gestión inteligente de procesos y modelos de economía circular que reduzcan residuos y emisiones a lo largo de toda la cadena de valor. En este sentido, la descarbonización minera no depende únicamente de grandes proyectos, sino también de un ecosistema de proveedores innovadores que

permitan avanzar de forma sostenida hacia una minería verdaderamente sostenible y alineada con los compromisos climáticos del país.

5.2 Confianza social y territorial

Junto con la descarbonización, la minería enfrenta el desafío de fortalecer su legitimidad social, algo que no depende únicamente de producir de manera eficiente, sino de cómo la cadena de valor distribuye beneficios reales en los territorios donde opera. La confianza no se construye solo con mitigaciones ambientales, sino con relaciones sostenidas, participación temprana y la capacidad de generar oportunidades para las comunidades locales. En este ámbito, los proveedores también cumplen un rol clave: su presencia en los territorios, su contratación de mano de obra local, sus servicios asociados al desarrollo comunal y su cercanía con las operaciones los convierten en actores estratégicos para compartir valor, dinamizar las economías regionales y contribuir a un desarrollo minero más inclusivo y equilibrado.

5.3 Articulación institucional

A pesar de los avances logrados, todavía existe una brecha importante en la coordinación entre los distintos actores del ecosistema minero. Para que la innovación ocurra a la escala y velocidad que la industria necesita, se requiere una política más sólida y coherente que articule a proveedores, universidades, centros tecnológicos, gobiernos locales y empresas mineras bajo una visión común de desarrollo. Hoy estas instituciones operan muchas veces de manera fragmentada, con iniciativas valiosas pero poco conectadas entre sí, lo que limita la capacidad de escalar soluciones, transferir conocimiento y generar sinergias duraderas. Fortalecer esta articulación permitiría impulsar proyectos de I+D con continuidad, formar capital humano avanzado, acelerar la adopción tecnológica y asegurar que la

innovación se traduzca en beneficios concretos tanto para la competitividad del sector como para los territorios donde la minería opera.

6. IMPLICANCIAS DE POLÍTICA PÚBLICA

Los desafíos identificados en la sección anterior muestran que las limitaciones actuales del ecosistema de proveedores no pueden abordarse únicamente mediante decisiones privadas o ajustes marginales al funcionamiento del mercado. Su naturaleza plantea interrogantes relevantes respecto del rol que debe cumplir la política pública en el desarrollo del sector.

En este contexto, esta sección examina las implicancias de estos desafíos para el diseño e implementación de políticas públicas orientadas al fortalecimiento del ecosistema de proveedores mineros. El foco no está en sustituir al mercado, sino en identificar cómo la acción del Estado puede habilitar condiciones para la innovación, el escalamiento y la sostenibilidad, tanto a nivel nacional como en articulación con dinámicas más amplias de cooperación y aprendizaje más allá de las fronteras. Sobre esta base, se presenta a continuación la definición del problema público, las principales limitaciones del sistema actual y las líneas de acción que pueden explorarse desde la política pública.

6.1 Problema público

Con lo analizado anteriormente, podemos ver que Chile cuenta con un ecosistema proveedor amplio y cada vez más sofisticado, que ha permitido avances en digitalización, eficiencia operativa, sostenibilidad y seguridad. Sin embargo, ese progreso convive con señales de deterioro en productividad y con nuevas exigencias globales (descarbonización, agua, trazabilidad, legitimidad territorial) que elevan el umbral competitivo. El problema público, por lo tanto, no es “tener más proveedores”, sino asegurar que el ecosistema proveedor efectivamente se traduzca en productividad, sostenibilidad y valor agregado exportable, evitando que la

minería pierda competitividad y legitimidad en un contexto donde otros países están expandiendo capacidades y estándares. La evidencia sobre el Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPCM) refleja precisamente esta intuición: la competitividad futura depende de la capacidad de desarrollar proveedores innovadores que resuelvan problemas complejos de la gran minería y luego escalen esas soluciones (incluida la exportación de servicios intensivos en conocimiento). A partir de esto, nos preguntamos por qué el mercado o el sistema actual no lo resuelve solo.

6.2 Limitaciones del sistema actual

Primero, como se mencionó anteriormente, hay una asimetría de información estructural entre las mineras (que conocen con precisión sus cuellos de botella, estándares y datos operacionales) y los proveedores (que deben invertir en soluciones sin certeza de adopción) (Navarro, 2018). La literatura sobre el PPCM destaca que uno de sus aportes es precisamente reducir esa brecha al “revelar demanda tecnológica” mediante desafíos, pilotos y validación en faena, bajando el riesgo de innovar para proveedores locales.

Segundo, existe una falla de coordinación y escalamiento. Incluso cuando aparece una solución exitosa, el sistema tiende a quedarse en pilotos: faltan plataformas de prueba, estándares compartidos y mecanismos para difundir aprendizajes entre empresas, regiones e instituciones. Estudios sobre proveedores mineros en Chile enfatizan que la falta de articulación regional e institucional limita la consolidación de capacidades tecnológicas y la difusión de innovaciones más allá de casos puntuales (Bravo-Ortega y Muñoz, 2017).

Tercero, hay externalidades y bienes públicos que el retorno privado no captura plenamente. Descarbonización, eficiencia hídrica, trazabilidad y seguridad generan beneficios sociales y territoriales (menores emisiones, menor presión sobre agua continental, menor conflictividad, más confianza) (OECD, 2023) que exceden a la empresa que invierte. Por lo mismo, el mercado por sí solo tiende a subinvertir en

innovación con alto impacto público, especialmente cuando los costos iniciales son altos y la rentabilidad depende de adopción masiva o de estándares comunes. En paralelo, los costos de cumplimiento (ESG, trazabilidad, ciberseguridad industrial, certificaciones) pegan más fuerte en proveedores medianos y pequeños, reforzando el “valle de la muerte” entre prototipo y escalamiento (OCDE, 2024).

6.3 Líneas de acción para la política pública

La política pública más útil es aquella que traduce el diagnóstico en un conjunto acotado de cambios prácticos, con foco en tres palancas: reducir asimetrías de información, corregir fallas de coordinación y escalamiento, y alinear incentivos hacia sostenibilidad y legitimidad territorial. En este marco, existen ámbitos específicos donde la acción del Estado puede tener un impacto particularmente relevante.

En primer lugar, resulta clave reducir asimetrías de información mediante instrumentos de demanda tecnológica. En este ámbito, las compras públicas y corporativas también pueden cumplir un rol clave cuando se orientan a desafíos específicos de la minería, ya que permiten hacer explícitos los problemas, estándares y requisitos que enfrentan las operaciones, información que normalmente no es observable para los proveedores. Institucionalizar carteras de desafíos operacionales y ambientales (en energía, agua, mantenimiento predictivo, trazabilidad o seguridad) con reglas claras de propiedad intelectual, acceso controlado a datos cuando sea posible y cofinanciamiento de pilotos, revela demanda tecnológica real y disminuye el riesgo que enfrentan los proveedores al innovar, al entregar señales claras sobre qué soluciones serán efectivamente evaluadas y potencialmente adoptadas. La experiencia del Programa de Proveedores de Clase Mundial muestra que este enfoque facilita la adopción efectiva de soluciones y su posterior escalamiento (Navarro, 2018). Desde la política pública, el énfasis debería desplazarse desde iniciativas aisladas hacia mecanismos

permanentes, donde el éxito se mida no solo por número de pilotos, sino por su adopción como estándar operacional y su capacidad de exportación.

En segundo lugar, es necesario abordar de manera explícita la falla de coordinación asociada a permisos, escalamiento e innovación. Una parte relevante de los proyectos y soluciones tecnológicas desarrolladas por proveedores enfrenta barreras para escalar debido a procesos regulatorios complejos, incertidumbre en plazos de permisos y falta de espacios de prueba regulatoria (CNEP, 2024). En este contexto, el Estado puede cumplir un rol habilitador simplificando y coordinando permisos para pilotos tecnológicos, promoviendo entornos controlados de prueba (testbeds) y alineando marcos regulatorios con los ciclos de innovación. La evidencia internacional sugiere que, en sectores extractivos, la falta de sincronización entre regulación, inversión y desarrollo tecnológico limita severamente la difusión de innovaciones, incluso cuando estas son técnicamente viables (OECD, 2023).

En tercer lugar, como se mencionó anteriormente, la política pública debe fortalecer el rol del Estado como articulador del ecosistema, superando la fragmentación institucional que hoy caracteriza al sistema de innovación minera. Esto implica conectar de manera más sistemática a proveedores, universidades, centros tecnológicos, gobiernos regionales y empresas mineras en agendas plurianuales de I+D aplicada, con infraestructura compartida, gobernanza mixta y objetivos claros de escalamiento. La literatura sobre regiones mineras y desarrollo territorial destaca que la coordinación local y la construcción de proyectos estratégicos comunes son condiciones necesarias para transformar actividad extractiva en capacidades productivas duraderas (OECD, 2023).

Finalmente, alinear incentivos hacia sostenibilidad y legitimidad territorial es una condición transversal para todas estas acciones. En transición energética y carbono neutralidad, el Estado puede fortalecer señales estables que aceleren la electrificación limpia y la eficiencia energética mediante estándares, reportabilidad y mayor certeza regulatoria, generando un mercado claro para soluciones desarrolladas por proveedores. En materia hídrica, resulta clave habilitar el escalamiento de desalinización, recirculación y eficiencia en el uso del agua,

incorporando criterios de desempeño ambiental verificable en procesos de compra y evaluación. En el ámbito de la confianza social, la acción pública puede exigir y facilitar que la cadena de valor minera genere beneficios tangibles en los territorios (empleo local, capacitación, proveedores regionales e innovación aplicada a problemáticas locales) dado que la evidencia comparada muestra que los entornos extractivos requieren políticas regionales deliberadas para transformar renta y actividad en desarrollo sostenible (OECD, 2023).

7. COOPERACIÓN REGIONAL

Más allá de las acciones a nivel nacional, el desarrollo futuro de la minería y de su ecosistema de proveedores depende crecientemente de la capacidad de articularse en un entorno regional. Los desafíos productivos, ambientales y sociales que enfrenta el sector trascienden las fronteras nacionales y requieren enfoques coordinados que permitan compartir aprendizajes, escalar soluciones y fortalecer la competitividad de América Latina en los mercados globales. En este marco, la cooperación regional emerge como una dimensión estratégica para potenciar el valor agregado de la minería y consolidar ecosistemas de proveedores más robustos y dinámicos.

Como se mencionó, un aspecto clave para el futuro del sector es la cooperación regional, cuya relevancia radica en que los desafíos que enfrenta la minería (ambientales, tecnológicos, sociales y de sostenibilidad) son compartidos por gran parte de América Latina. La evidencia internacional muestra que los países intensivos en recursos naturales enfrentan problemas similares de productividad, presión ambiental, conflictividad territorial y necesidad de diversificación productiva, los cuales difícilmente pueden abordarse de manera aislada (CEPAL, 2023; OECD, 2024). En este contexto, la cooperación regional permite acelerar aprendizajes, reducir costos de desarrollo tecnológico, fortalecer ecosistemas de proveedores y avanzar hacia estándares comunes que mejoren la competitividad en mercados globales.

Más allá de Chile, la región cuenta con un conjunto amplio de países con vocación minera. Tal como se observa en el gráfico 24, en promedio durante los últimos 30 años la minería ha representado una participación en el PIB similar o incluso superior a la de Chile en países como Venezuela⁴, Ecuador, Bolivia y Perú, lo que evidencia la relevancia estructural del sector en varias economías de América Latina. Los países de Latinoamérica enfrentan desafíos convergentes asociados a la transición energética, la gestión hídrica, la reducción de emisiones y la incorporación de tecnologías digitales. Estudios del Banco Interamericano de Desarrollo destacan que la fragmentación de los ecosistemas de innovación minera en América Latina limita el escalamiento de soluciones tecnológicas y reduce el potencial de exportación de servicios intensivos en conocimiento, recomendando avanzar hacia esquemas de cooperación regional en proveedores, I+D aplicada y estándares técnicos (BID, 2022).

⁴ Los datos de Venezuela se encuentran hasta el año 2019.

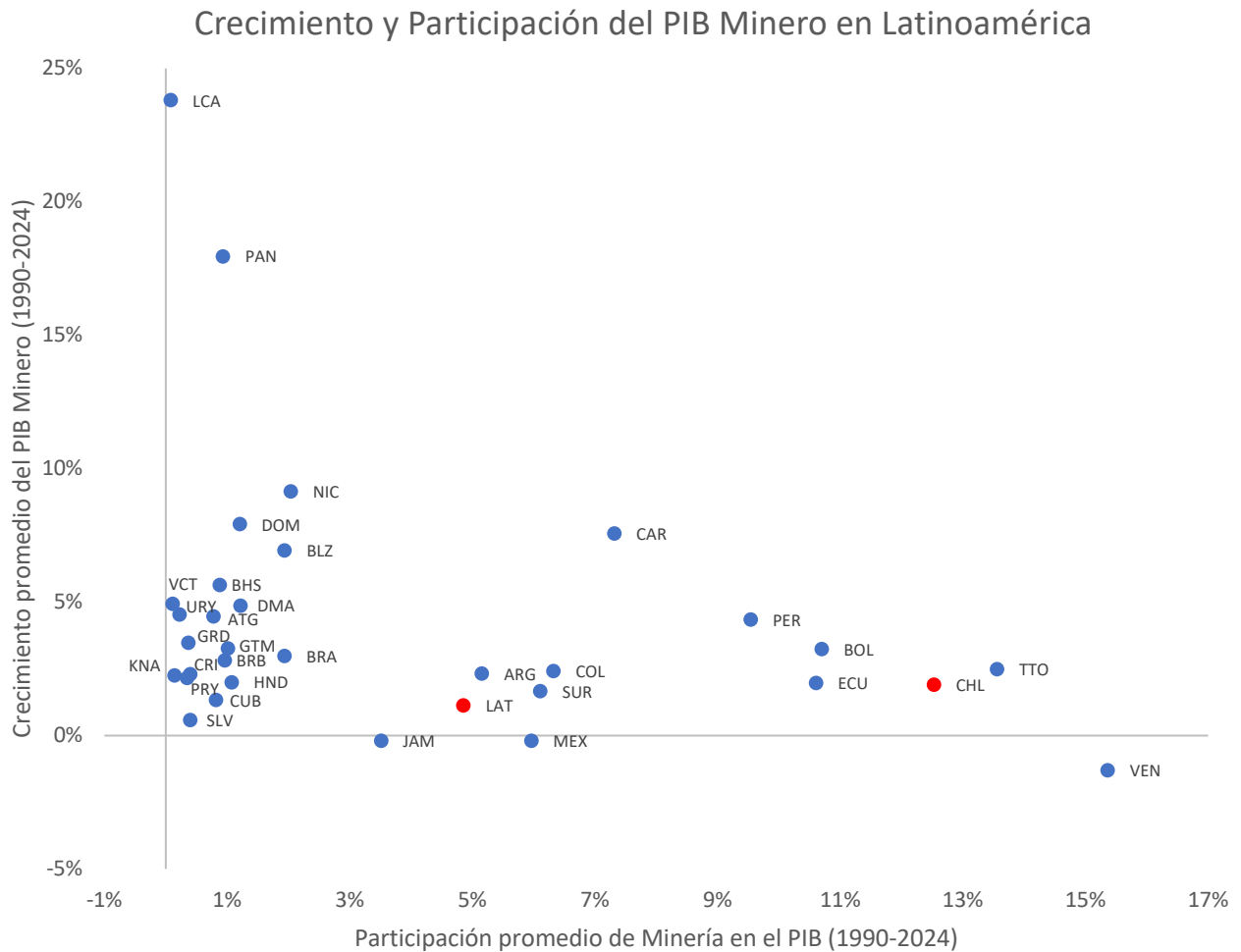


Gráfico 24. Productividad Media Laboral de la Minería en LATAM

Fuente: CEPAL (2025)

En este punto, resulta particularmente relevante notar que, pese a ser uno de los países con mayor tradición y escala minera de la región, Chile exhibe un crecimiento de PIB minero más bajo que muchos países de Latinoamérica, lo que sugiere que existen experiencias, prácticas y arreglos institucionales desde los cuales Chile puede aprender. Este escenario refuerza la idea de que la cooperación regional no es solo un mecanismo de transferencia desde Chile hacia otros países, sino también una oportunidad para incorporar aprendizajes externos que permitan revertir tendencias de estancamiento productivo.

En este sentido, una agenda de cooperación regional puede cumplir tres funciones estratégicas. Primero, como se mencionó anteriormente, facilitar el intercambio de conocimiento y capacidades entre ecosistemas de proveedores, permitiendo que soluciones desarrolladas en un país se adapten y repliquen en otros contextos mineros. La literatura sobre innovación en sectores extractivos muestra que la circulación regional de conocimiento reduce costos de aprendizaje y acelera la adopción tecnológica, especialmente en áreas como automatización, mantenimiento predictivo, gestión de datos y monitoreo ambiental (UNIDO, 2021).

Segundo, la cooperación regional puede impulsar la construcción de estándares compartidos en sostenibilidad, trazabilidad, seguridad y reporte ambiental. La OCDE ha señalado que la ausencia de estándares comunes en minería genera barreras para el comercio de servicios y tecnologías, mientras que marcos compartidos facilitan la integración en cadenas globales de valor y mejoran la credibilidad internacional de los proveedores (OECD, 2023). Avanzar en criterios comunes para huella de carbono, uso eficiente del agua, trazabilidad de procesos y desempeño ESG permitiría que los proveedores latinoamericanos compitan en mejores condiciones frente a actores de otras regiones.

Tercero, la cooperación regional abre oportunidades para articular la minería con la transición energética global. América Latina concentra una parte relevante de los minerales críticos necesarios para la descarbonización (cobre, litio, níquel), y la Agencia Internacional de Energía destaca que el desarrollo de cadenas de suministro resilientes requiere coordinación entre países productores, tanto en extracción como en servicios, tecnología y procesamiento (IEA, 2023). En este contexto, una red regional de proveedores mineros puede convertirse en un activo estratégico para capturar mayor valor agregado asociado a la transición energética, más allá de la simple exportación de materias primas.

Desde una perspectiva de política pública, la cooperación regional no implica homogeneizar estrategias nacionales, sino coordinar esfuerzos donde existen economías de escala y aprendizajes compartidos. La CEPAL subraya que los procesos de integración productiva regional permiten transformar ventajas comparativas

basadas en recursos naturales en ventajas competitivas basadas en conocimiento, innovación y capacidades tecnológicas (CEPAL, 2022). Para la minería, esto se traduce en redes de proveedores más robustas, mayor capacidad de escalamiento y una inserción internacional más sofisticada.

En definitiva, la minería del futuro no se definirá solo por el volumen extraído, sino por el valor agregado que cada país logre generar a partir de innovación, tecnología y sostenibilidad. Ese valor nacerá de la capacidad de los proveedores (grandes, medianos y pequeños) de conectarse entre sí, colaborar más allá de las fronteras y construir una visión compartida de desarrollo para la región. En un escenario de creciente competencia global y exigencias ambientales más estrictas, la cooperación regional deja de ser una opción y se convierte en una condición estratégica para sostener el liderazgo minero de América Latina.

8. AGENDA DE ACCIÓN PARA FORTALECIMIENTO DE ECOSISTEMA DE PROVEEDORES

El análisis realizado a lo largo del documento muestra con claridad que el ecosistema de proveedores mineros es hoy uno de los principales activos estratégicos de la minería chilena. Sin embargo, también evidencia que su consolidación futura no está garantizada. Para que los avances en innovación, sostenibilidad y productividad se traduzcan en ventajas competitivas duraderas, resulta necesario pasar desde el diagnóstico a una agenda de acción concreta, con responsabilidades claras y prioridades definidas en el corto y mediano plazo.

En primer lugar, fortalecer el ecosistema de proveedores requiere consolidar la demanda por innovación como eje central de la política minera y productiva. No se trata solo de aumentar la oferta de instrumentos de apoyo, sino de asegurar que los proveedores enfrenten una demanda tecnológica clara, predecible y vinculada a los desafíos reales de la minería. En este sentido, resulta prioritario institucionalizar mecanismos permanentes de demanda tecnológica (como carteras de desafíos, pilotos validados y compras públicas y corporativas orientadas a desempeño) que

permitan reducir la incertidumbre, acelerar la adopción de soluciones y facilitar el escalamiento hacia estándares operacionales y exportación. En paralelo, es clave reforzar instrumentos que apoyen el tránsito desde el prototipo al mercado, especialmente para proveedores medianos y pequeños, donde el riesgo financiero y regulatorio sigue siendo una barrera relevante.

En segundo lugar, el fortalecimiento del ecosistema exige un rol más activo y coordinado del Estado, con responsabilidades diferenciadas entre ministerios, gobiernos regionales y empresas estatales. A nivel central, ministerios sectoriales como Minería, Economía, Energía y Medio Ambiente deben alinear regulaciones, instrumentos de fomento y estándares de sostenibilidad con los ciclos de innovación minera, reduciendo fricciones regulatorias y otorgando mayor certeza a pilotos y proyectos de escalamiento tecnológico. Los gobiernos regionales, por su parte, tienen un rol clave en articular capacidades locales, conectar proveedores con universidades y centros tecnológicos, y orientar recursos de desarrollo regional hacia proyectos estratégicos vinculados a la minería y sus encadenamientos productivos. Finalmente, las empresas estatales, en particular Codelco y Enami, pueden actuar como anclas del ecosistema, utilizando su escala y capacidad de compra para impulsar innovación, validar tecnologías y generar oportunidades reales de aprendizaje y difusión para proveedores nacionales.

En tercer lugar, esta agenda debe asumir explícitamente que no actuar conlleva riesgos significativos para el país. Si el ecosistema proveedor no logra escalar soluciones, adaptarse a las exigencias ambientales y tecnológicas, y traducirse en productividad y valor agregado, Chile corre el riesgo de perder competitividad frente a países que están avanzando más rápido en automatización, sostenibilidad y desarrollo de capacidades locales. Asimismo, la falta de acción puede profundizar tensiones sociales y territoriales, al no capturar plenamente los beneficios de la minería en los territorios donde opera. En un contexto de transición energética global y creciente competencia por minerales críticos, la inacción no implica mantener el statu quo, sino retroceder en la posición relativa del país.

En síntesis, el desafío para Chile no es definir nuevas estrategias abstractas, sino ejecutar una agenda concreta y coordinada que permita que los proveedores sigan siendo un motor de transformación minera. Ello requiere liderazgo público, compromiso del sector privado y una visión compartida de largo plazo, donde innovación, sostenibilidad y desarrollo territorial no sean objetivos separados, sino dimensiones integradas de una misma estrategia de desarrollo.

En este marco, la agenda de acción delineada también abre de manera natural una agenda de investigación futura que permita fortalecer su implementación y efectividad en el tiempo. La consolidación de la demanda por innovación, el rol articulador del Estado y la necesidad de escalar soluciones desde pilotos hacia estándares operacionales plantean preguntas que requieren mayor evidencia empírica y análisis sistemático. Profundizar en estas dimensiones resulta clave para evitar que la agenda propuesta quede limitada a declaraciones programáticas y para asegurar que las acciones desplegadas generen impactos medibles en productividad, sostenibilidad y desarrollo territorial.

En primer lugar, una línea de investigación relevante se vincula con la medición del impacto efectivo de los proveedores sobre la productividad minera. Si bien este documento identifica múltiples canales a través de los cuales los proveedores contribuyen a la eficiencia operativa y a la innovación, queda abierto el desafío de cuantificar en qué magnitud estas contribuciones se traducen en mejoras de productividad, reducción de costos o mayor resiliencia operacional, y cómo estos efectos varían según tipo de tecnología, tamaño del proveedor o etapa de la cadena de valor. Contar con esta evidencia permitiría orientar con mayor precisión los instrumentos de demanda tecnológica y priorizar aquellos ámbitos con mayor retorno económico y social.

Por otro lado, la agenda de acción pone de relieve la importancia del escalamiento, lo que abre una línea de investigación centrada en los factores que facilitan o bloquean el paso desde el prototipo hacia la adopción masiva y la exportación. Analizar en mayor detalle el rol de la regulación, los permisos, el financiamiento, los estándares y la gobernanza de la innovación permitiría identificar con mayor claridad

dónde se concentran los principales cuellos de botella del sistema y qué ajustes institucionales son más efectivos para superarlos, especialmente para proveedores medianos y pequeños.

Finalmente, la centralidad de la sostenibilidad y de la legitimidad social en la agenda de acción abre un campo relevante para futuras investigaciones orientadas a evaluar el impacto real de las soluciones tecnológicas en descarbonización, eficiencia hídrica y confianza territorial. En particular, resulta pertinente analizar bajo qué condiciones estas innovaciones logran generar beneficios ambientales verificables y, al mismo tiempo, contribuir a reducir tensiones sociales y fortalecer la aceptación de la actividad minera en los territorios donde opera.

De este modo, la agenda de acción propuesta no solo orienta decisiones inmediatas de política pública y coordinación público-privada, sino que también define un conjunto de preguntas estratégicas que pueden guiar una agenda de investigación aplicada. Esta articulación entre acción e investigación resulta clave para sostener en el tiempo la capacidad del ecosistema de proveedores de seguir siendo un motor de transformación productiva, innovación y desarrollo sostenible para la minería chilena.

9. CONCLUSIÓN

La minería chilena ha dejado de basar su valor exclusivamente en la capacidad de extraer minerales. En un contexto de menor participación relativa en el PIB, estancamiento de la productividad y crecientes exigencias ambientales y sociales, su competitividad depende cada vez más del ecosistema de conocimiento, innovación y capacidades que se articula en torno a ella. En ese marco, los proveedores han emergido como un activo estratégico central, transformando a la minería en una plataforma de desarrollo tecnológico con impactos que trascienden la propia actividad extractiva.

A lo largo de este documento se ha mostrado que los proveedores no solo han acompañado la evolución del sector, sino que han redefinido su funcionamiento. Su aporte en digitalización, automatización, eficiencia energética, desalinización, gestión de datos, seguridad y trazabilidad ha sido clave para sostener la operación de faenas cada vez más complejas, reducir impactos ambientales y elevar los estándares productivos. Gracias a este ecosistema, la minería chilena ha logrado adaptarse a un escenario más exigente, manteniendo competitividad global pese a condiciones estructurales menos favorables.

Sin embargo, estos avances no garantizan por sí solos una trayectoria sostenible en el tiempo. El desafío hacia adelante no es producir más cobre, sino producirlo con mayor productividad, menor huella ambiental y mayor legitimidad social. Ello exige consolidar un entorno que permita a los proveedores innovar, escalar soluciones y competir internacionalmente, superando fallas de mercado asociadas a asimetrías de información, problemas de coordinación, barreras regulatorias y subinversión en bienes públicos como la sostenibilidad y la confianza territorial.

En este sentido, el rol del Estado resulta insustituible. No como sustituto del mercado, sino como articulador del ecosistema: reduciendo incertidumbres, alineando incentivos, facilitando la demanda tecnológica, coordinando actores e integrando sostenibilidad y desarrollo territorial como ejes de competitividad. Asimismo, la agenda futura no puede pensarse solo en clave nacional. La cooperación regional aparece como una dimensión estratégica para compartir aprendizajes, construir estándares comunes y posicionar a los proveedores latinoamericanos en cadenas globales de valor vinculadas a la transición energética.

En definitiva, el futuro de la minería chilena no se define únicamente en las faenas ni en el volumen de mineral extraído, sino en la calidad del ecosistema que la sostiene. Un ecosistema capaz de transformar recursos naturales en conocimiento, innovación y desarrollo productivo. En ese proceso, los proveedores no son un complemento de la minería: son, y seguirán siendo, el pilar central de su transformación y de su aporte al desarrollo del país en el siglo XXI.

10. REFERENCIAS

- Albemarle. (2026). *Extracción Directa de Litio*. <https://www.albemarle.com/cl/es/dle>
- Anglo American. (2026). Proyecto Los Bronces Integrado. <https://chile.angloamerican.com/es-es/acerca-de-nosotros/nuestras-operaciones-en-chile/proyecto-los-bronces-integrado>
- Banco Central de Chile, & Lagos, G. E. (2001). *Minería, minerales y desarrollo sustentable en Chile*. International Institute for Environment and Development (IIED). <https://www.iiied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/G00582.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Mining suppliers and innovation: The case of Latin America*. Inter-American Development Bank.
- BHP. (2024, agosto). *Artificial intelligence is unearthing a smarter future*. <https://www.bhp.com/news/bhp-insights/2024/08/artificial-intelligence-is-unearthing-a-smarter-future>
- Bravo-Ortega, C. (2015). *Knowledge-Intensive Mining Services in Chile: Challenges and Opportunities for Future Development*. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/en/publications/english/viewer/Knowledge-Intensive-Mining-Services-in-Chile-Challenges-and-Opportunities-for-Future-Development.pdf>
- Codelco. (2011, 20 abril). *Programa Proveedores de Clase Mundial en la minería*. Recuperado de <https://www.codelco.com/prensa/2011/programa-proveedores-de-clase-mundial-en-la-mineria>
- Cochilco. (2023a). *Informe de abastecimiento sostenible en la industria de proveedores*. Comisión Chilena del Cobre. <https://www.cochilco.cl/web/abastecimiento-sostenible-en-la-industria-de-proveedores-de-la-mineria/>

Cochilco. (2023b). *Informe de proyección del consumo de agua en la minería del cobre 2023–2034*. Comisión Chilena del Cobre. <https://www.cochilco.cl/web/informe-proyeccion-del-consumo-de-agua-en-la-mineria-del-cobre-2023-2034/>

Cochilco. (2023c). *Informe de proyección del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre 2023–2034*. Comisión Chilena del Cobre. <https://www.cochilco.cl/web/informe-proyeccion-del-consumo-de-energia-electrica-en-la-mineria-del-cobre-2023-2034/>

Cochilco. (2024). *Informe del consumo de agua en la minería del cobre: Año 2023*. Comisión Chilena del Cobre. <https://www.cochilco.cl/web/informe-consumo-de-agua-en-la-mineria-del-cobre-ano-2023/>

Comisión Chilena del Cobre (Cochilco). (2024). *Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 2004–2023*. Comisión Chilena del Cobre. <https://www.cochilco.cl/web/anuario-de-estadisticas-del-cobre-y-otros-minerales/>

Comisión Chilena del Cobre (Cochilco). (2025). *Inversión minera en Chile*. <https://www.cochilco.cl/web/inversion/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *Hacia una transformación productiva sostenible en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2023). *Recursos naturales, desarrollo productivo y sostenibilidad en América Latina*. Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/articulos/2022-la-transformacion-modelo-desarrollo-america-latina-caribe>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2025). *CEPALSTAT, bases de datos y publicaciones estadísticas*. Recuperado de <https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/index.html?lang=es>

Comisión Nacional de Evaluación y Productividad. (2024). *La Comisión Nacional de Evaluación y Productividad analizará los permisos sectoriales prioritarios para invertir*. <https://cnep.cl/comision-nacional-de-evaluacion-y-productividad-analizara-los-permisos-sectoriales-prioritarios-para-invertir/>

Comisión Nacional de Evaluación y Productividad. (2025). *Informes de productividad*. CNEP. <https://cnep.cl/informes-de-productividad/>

Consejo Minero. (2024). *Cifras actualizadas de la minería (noviembre 2024)*. <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2024/12/20241205-Cifras-actualizadas-de-la-mineria-nov-2024.pdf>

Corporación Alta Ley. (2021). *Minería verde: Oportunidades y desafíos*. https://www.corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2023/04/2021_Mineria-Verde_Oportunidades-y-Desafios.pdf

Corporación Alta Ley / PMG. (2024, octubre). *Portafolio de proveedores mineros (Chile)*. Recuperado de <https://redproveedores.corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2024/10/235MB-Portafolio-proveedores-web.pdf>

Emol. (2026, marzo 19). *Minera estadounidense anuncia inversión millonaria en Chile*. <https://www.emol.com/noticias/Economia/2026/03/19/1194732/minera-estadounidense-inversion-millonaria.html>

Escuela de Ingeniería UC. (2025, abril 9). *Innovación tecnológica y automatización en la minería chilena: El camino hacia 2025*. Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://www.ing.uc.cl/mineria/2025/04/09/innovacion-tecnologica-y-automatizacion-en-la-mineria-chilena-el-camino-hacia-2025/>

International Energy Agency. (2023). *The role of critical minerals in clean energy transitions*. IEA. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

Ministerio del Medio Ambiente. (2024). *Plan de Cambio Climático para la Minería (ETICC)*. Gobierno de Chile. https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/09/2024.06.27_Plan_Cambio-Climatico-Mineria-ETICC.pdf

Navarro, L. (2018). *The world class supplier program for mining in Chile: Assessment and perspectives*. Resources Policy, 57, 49–61. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420717301137>

OCDE. (2023). *Mining Regions and Cities in the Region of Antofagasta, Chile: Towards a Regional Mining Strategy*. OECD Rural Studies, OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/10/mining-regions-and-cities-in-the-region-of-antofagasta-chile_95d5ee09/336e2d2f-en.pdf

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). *Financing SMEs and entrepreneurs 2024: An OECD scoreboard*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/financing-smes-and-entrepreneurs-2024_fa521246-en.htm

Reporte Minero. (16 de marzo de 2026). Escondida | BHP ingresa proyecto por más de US\$5 mil millones a tramitación ambiental. <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2026/03/bhp-proyecto-escondida-seia-5-mil-millones-concentradora>

Reporte Minero. (26 de marzo de 2026). Inversión minera en Chile marca récord histórico con US\$ 17.320 millones ingresados al SEIA en primer trimestre. <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2026/03/inversion-minera-chile-record-seia-2026>

República de Chile. (1982, 21 de enero). *Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (Ley N° 18.097)*.

República de Chile. (1983, 24 de septiembre). *Código de Minería (Ley N° 18.248)*.

Sernageomin. (2020). *Guía de ralentización y detención segura de faenas mineras*. Servicio Nacional de Geología y Minería. https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2020/06/Guia_Ralentizacion_2020.pdf

Sociedad Nacional de Minería. (2025). *Informe de seguridad en minería 2025*. SONAMI. <https://www.sonami.cl/v2/informacion-de-la-mineria/informes-de-seguridad-en-mineria/>

Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales. (2024). *Proveedores de bienes y servicios para la minería en Chile: PMETS 2024*. Gobierno de Chile. https://www.subrei.gob.cl/docs/default-source/estudios-y-documentos/otros-documentos/pmets-2024-subrei-prochile-final.pdf?sfvrsn=7da5e6db_1

Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales. (2024). *Reporte de exportaciones de proveedores de la minería chilena*. Gobierno de Chile. <https://www.subrei.gob.cl/estudios-y-documentos/documentos/detalle-otras-fichas-y-reportes/reporte-de-exportaciones-proveedores-de-la-mineria-chilena>

United Nations Industrial Development Organization. (2021). *Industrial development report 2022: The future of industrialization in a post-pandemic world*. UNIDO. <https://www.unido.org/news/future-industrialization-post-pandemic-world-industrial-development-report-2022>



clapesuc



@clapesuc



@clapes_uc



Clapes UC



ClapesUC



www.clapesuc.cl