

Generación de valor en la minería chilena: desarrollo de proveedores y desafíos

Cintia Roa
Octubre 2026

Natural Resource Governance Institute

Índice

Mensajes clave	3
Siglas y acrónimos	4
Contexto	6
Evolución de la política de desarrollo de proveedores en Chile	10
Desafíos de la experiencia chilena	21
Experiencia internacional	25
Recomendaciones	33
Comentarios finales	45

Mensajes clave

- El desarrollo de proveedores mineros es una oportunidad clave para que Chile capture mayor valor de su riqueza mineral, particularmente frente a la creciente demanda de minerales críticos asociados a la transición energética.

- Tras más de tres décadas de políticas, Chile ha construido uno de los ecosistemas de proveedores mineros más desarrollados de América Latina y ha adquirido conocimientos institucionales relevantes. Sobre esa base, persisten desafíos pendientes —dificultad para pasar de la fase piloto al contrato, fragmentación territorial y discontinuidad programática—, cuya superación permitiría consolidar un ecosistema con escalamiento tecnológico sostenido, proyección exportadora y arraigo regional.

- La política se ha centrado en el lado de la oferta, sin instrumentos que modifiquen los incentivos de compra de las grandes empresas mineras, lo que limita la incorporación efectiva de proveedores locales en las cadenas de valor.

- La evidencia internacional muestra que los casos más exitosos combinan instrumentos de oferta y demanda, marcos institucionales estables, gobernanza descentralizada y mecanismos explícitos de distribución de beneficios.

- Para avanzar es necesario alinear los incentivos de la demanda, fortalecer las capacidades tecnológicas y articular el desarrollo de proveedores con estrategias territoriales y de diversificación productiva, junto con mecanismos de transparencia, rendición de cuentas y participación —tanto de las comunidades como de los proveedores regionales— que aseguren una distribución equitativa de los beneficios.

Siglas y acrónimos

ABB	ASEA BROWN BOVERI
AIA	Asociación de Industriales de Antofagasta
AIPNF	Australian Industry Participation National Framework
AIPP	Australian Industry Participation Plan
Amira	Australian Mineral Industries Research Association
AMTC	Advanced Mining Technology Center
ANID	Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo
AUD	dólar australiano
BHP	Broken Hill Proprietary
CAD	dólar canadiense
CCMRA	Corporación Clúster Minero Región de Antofagasta
CDA	*community development agreement*
CDPR	Comités de Desarrollo Productivo Regional
CEMI	Centre for Excellence in Mining Innovation
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
Ciptemin	Centro Integrado de Pilotaje de Tecnologías Mineras
CMIC	Canada Mining Innovation Council
CNIC	Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad
CNP	Centro Nacional de Pilotaje
Cochilco	Comisión Chilena del Cobre
Codelco	Corporación Nacional del Cobre de Chile
Corfo	Corporación de Fomento de la Producción
CRC	Cooperative Research Centres
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
EMRA	Estrategia Minera Regional de Antofagasta
Expande	Programa de Innovación Abierta en Minería
Expomin	Exposición Internacional de la Minería
Exponor	Exposición Internacional del Norte
Fogape	Fondo de Garantía para Pequeños Empresarios

Fontec	Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo
I+D	investigación y desarrollo
ICN	Industry Capability Network
IGF	Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development
ITL	Instituto de Tecnologías Limpias
LKAB	Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag
METS	*Mining Equipment, Technology and Services* (equipos, tecnología y servicios para la minería)
MICA	Mining Innovation Commercialization Accelerator
MNDP	Mesa Nacional de Desarrollo de Proveedores
Norcat	Northern Centre for Advanced Technology
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PCP	*pre-commercial procurement*
PDP	Programa de Desarrollo de Proveedores
PIB	Producto Interno Bruto
PMETS	Proveedores Mineros de Equipos, Tecnología y Servicios
PPCM	Programa de Proveedores de Clase Mundial
ProChile	Dirección de Promoción de Exportaciones
PTEc	Programa Tecnológico
pyme	pequeña y mediana empresa
SEK	corona sueca
Sernageomin	Servicio Nacional de Geología y Minería
Sicep	Sistema de Calificación de Empresas Proveedoras
SIP	Strategic Innovation Programme
SQM	Sociedad Química y Minera de Chile
Strim	Strategic Innovation Programme for the Swedish Mining and Metal Producing Industry
Subrei	Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales
SUM	Sustainable Underground Mining
USD	dólar estadounidense
WIPO	World Intellectual Property Organization

Contexto

El fortalecimiento de la red de proveedores mineros en Chile representa una de las principales oportunidades para capturar mayor valor a partir de la actividad minera y promover encadenamientos productivos, eficiencia y generación de capacidades locales. Además, la mayor complejidad económica podría ser un catalizador para la diversificación económica.

El desarrollo de proveedores mineros tiene como objetivo principal abastecer de manera eficiente y competitiva a la industria local. Las políticas en Chile suelen responder a dos objetivos complementarios que, sin embargo, podrían generar tensiones en su diseño: (a) fortalecer la competitividad del sector, promoviendo la innovación y la capacidad de los proveedores para insertarse en mercados internacionales, (b) generar mayores beneficios a nivel local o regional a través de encadenamientos productivos, empleo y desarrollo de capacidades. Como señala el Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF, por sus siglas en inglés)[1], las políticas de contenido local desempeñan un papel crucial para traducir la inversión minera en beneficios duraderos, más allá de los ingresos fiscales. En este marco, la inserción exportadora no constituye un objetivo independiente, sino una proyección posible a partir de una base doméstica consolidada: primero, fortalecer el abastecimiento local y, a partir de ahí, construir capacidades con potencial internacional.

Estas tensiones se expresan en dos ejes que han marcado la evolución de la política de proveedores: (a) la orientación de mercado, si el foco es fortalecer el abastecimiento doméstico o proyectar capacidades hacia mercados externos (foco exportador), y (b) la escala territorial, si los instrumentos operan con criterios nacionales o se centran en los territorios donde se concentra la actividad minera (subnacional). Un enfoque nacional puede favorecer las economías de escala, la especialización y la competitividad internacional, mientras que un enfoque territorial permite una mayor vinculación con las comunidades, el empleo local y una distribución más equitativa de los beneficios, aunque se enfrenta a desafíos relacionados con la escala y los costos. La literatura destaca que también pueden generar costos o afectar la productividad si no se alinean con las capacidades existentes[2], es decir, implican *trade-offs* entre eficiencia y generación de beneficios locales, lo que exige un diseño cuidadoso que balancee ambos objetivos. Ambos ejes han tenido distintos énfasis según el periodo, y su

1 Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF). (s. f.). *Unlocking growth: Why local content policies matter in mining*. https://www.igfmining.org/local-content-policies-mining-growth/

2 Nwapi, C. (2015). Defining the "local" in local content requirements in the oil and gas and mining sectors in developing countries. *Law and Development Review*, *8*(1), 187-216. https://doi.org/10.1515/ldr-2015-0008; Östensson, O. (2018). Local content, supply chains, and shared infrastructure. En T. Addison & A. Roe (Eds.), *Extractive industries: The management of resources as a driver of sustainable development.* Oxford University Press.; Korinek, J., & Ramdoo, I. (2017). *Local content policies in mineral-exporting countries* (OECD Trade Policy Papers N.º 209). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/4b9b2617-en

comprensión es clave para evaluar las iniciativas implementadas.

Para conocer la magnitud de la industria, cabe señalar que, a nivel global, el gasto de las empresas mineras en bienes y servicios representa entre el 50 y el 70 %[3] de sus costos operacionales, lo que evidencia el potencial del sector proveedor como canal de captura de valor. En Chile, este gasto alcanzó los USD 23 147 millones en 2023[4], lo que refleja la magnitud económica del sector proveedor y su relevancia para el funcionamiento de la industria minera.

Chile ya cuenta con una base de proveedores relevante: cerca de 8500 empresas participan en el sector y el gasto asociado a los bienes y servicios provistos a la minería representa una magnitud económica equivalente a aproximadamente un 7 % del Producto Interno Bruto (PIB)[5] [6]. Sin embargo, a pesar de esta base, la estructura del sector proveedor refleja importantes brechas de escala y concentración. El 9 % de las empresas, correspondientes a grandes proveedores —clasificados como aquellos con 200 o más trabajadores—, concentra cerca del 40 % de las ventas, mientras que el 74 %, compuesto por pequeñas empresas, participa con solo un 37 %. Si bien la mayoría de las firmas son de capital nacional, con un 83 % (más un 6 % de capitales extranjeros y un 11 % de capitales mixtos), estas se concentran principalmente en segmentos de menor tamaño y en actividades de menor sofisticación tecnológica: la mayor parte se dedica a servicios operacionales en terreno y a la importación y venta de equipos, con baja presencia de *software*, *hardware* especializado o soluciones tecnológicas avanzadas[7]. En contraste, las empresas de mayor escala presentan una participación proporcionalmente mayor de capital extranjero[8]. Esto sugiere la existencia de barreras para el escalamiento de los proveedores locales, particularmente en segmentos de mayor complejidad y valor agregado.

3 Natural Resource Governance Institute (NRGI). (2022). *Triple win: How mining can benefit Africa's citizens, their environment and the energy transition* (P. D. Diene, D. Manley, S. Olan'g & T. Scurfield). https://resourcegovernance.org/publications/triple-win-mining-africa-environment-energy-transition; NSW Minerals Council. (2024). *NSW mining industry expenditure impact survey 2023/24*. https://nswmining.com.au/wp-content/uploads/2025/02/NSW-Mining-Industry-Expenditure-Impact-Survey-2023-24-Final.pdf; World Gold Council. (2013). *Responsible gold mining and value distribution: 2013 report*. https://www.gold.org/goldhub/research/responsible-gold-mining-and-value-distribution-2013-report

4 Comisión Chilena del Cobre (Cochilco). (2024). *Participación de proveedores en las operaciones y proyectos (Gasto 2023)* (DEPP 20/2024). Dirección de Estudios y Políticas Públicas. https://www.cochilco.cl/web/download/918/2024/12831/participacion-de-proveedores-en-operaciones-y-proyectos-gasto-2023.pdf

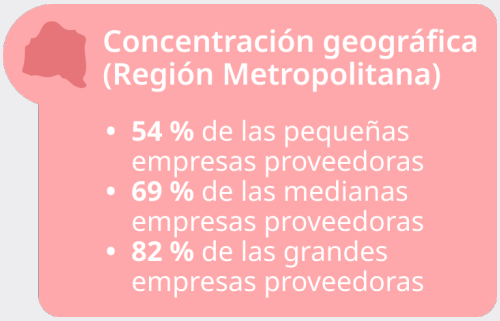
5 Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (Subrei) & ProChile. (2024). *Reporte de exportaciones: Proveedores de la minería chilena* (7.ª ed.). https://www.subrei.gob.cl/docs/default-source/estudios-y-documentos/otros-documentos/pmets-2024-subrei-prochile-final.pdf

6 Ministerio de Minería. (2025). *Estrategia para el desarrollo de proveedores de la minería chilena*. https://www.minmineria.gob.cl/estrategiaproveedores/doctos_descarga/Estrategia-mesa-proveedores-diciembre2025.pdf

7 Comisión Chilena del Cobre (Cochilco). (2025). *Encuesta de innovación en empresas proveedoras de la minería*.; Corporación Alta Ley. (2021). *Benchmark Programas de Desarrollo de Proveedores Mineros (METS)*. https://www.corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2023/04/Benchmark_METS_CorporacionAltaLey_nov2021.pdf

8 Expande. (2019). *Caracterización de proveedores de la minería chilena*. https://expandemineria.cl/wp-content/uploads/2021/03/Estudio-de-caracterizacion-de-proveedores-de-la-mineria-15.11.19.pdf

A estas brechas de escala se suma una fuerte concentración geográfica. La mayoría de los proveedores, y especialmente los de mayor tamaño, se ubican fuera de las regiones mineras. En concreto, el 54 % de las pequeñas empresas proveedoras, el 69 % de las medianas y el 82 % de las grandes tienen su casa matriz en la Región Metropolitana. En contraste, la presencia de grandes proveedores en las regiones mineras es significativamente menor, concentrándose principalmente en Antofagasta y Tarapacá. Esto evidencia una desconexión territorial entre la localización de la actividad minera y el desarrollo de proveedores, lo que limita la generación de encadenamientos productivos locales y la distribución más equitativa de los beneficios.



Sobre esta base doméstica, la internacionalización ha operado históricamente como estrategia complementaria. Actualmente, según datos de la Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (Subrei) y la Dirección de Promoción de Exportaciones (ProChile), 639 empresas registran exportaciones directas, con envíos que pasaron de USD 984 millones en 2014 a USD 1217 millones en 2023[9], concentrados principalmente en América Latina, donde Perú representa el mayor destino. Aunque estas cifras representan solo el 2,3 % de las exportaciones mineras totales del país, es relevante destacar la tendencia al crecimiento de la exportación de servicios, que pasó del 6 al 18 % del total exportado entre 2017 y 2023, lo que indica una creciente sofisticación. Pese a estos avances, es importante tener en cuenta que la relación entre la exportación de PMETS (Proveedores Mineros de Equipos, Tecnología y Servicios) y la exportación de minerales en Chile es del 1,4 %, mientras que en Canadá es del 4,4 % y en Australia, del 12,5 %[10].

Este desafío adquiere especial relevancia en el contexto actual de transición energética y creciente demanda de minerales críticos. Chile concentra reservas estratégicas de cobre y litio, dos insumos centrales para las tecnologías de energía limpia, lo que amplía la demanda de la industria minera nacional y la oportunidad para que sus proveedores desarrollen y exporten soluciones tecnológicas específicas para esa cadena de valor. Por tanto, consolidar un ecosistema proveedor con capacidad tecnológica y arraigo territorial es una condición para capturar ese valor de forma sostenida.

9 Cifras expresadas en valores nominales. Al ajustar por inflación, el crecimiento en términos reales es marginal, lo que matiza la magnitud del aumento en la última década.

10 Centro de Estudios del Cobre y la Minería (Cesco). (2025). *Reforzar lo que funciona, transformar lo que limita: Un nuevo impulso de crecimiento para Chile desde la minería*. https://cesco.cl/wp-content/uploads/2025/09/Un-nuevo-impulso-de-crecimiento-para-Chile-desde-la-mineria.pdf

Sin embargo, avanzar en esta dirección no solo depende de expandir capacidades o mejorar la coordinación entre actores, sino también de abordar las condiciones que han limitado el desarrollo de estos ecosistemas. Las empresas mineras tienen razones propias para desarrollar proveedores locales sólidos: la proximidad favorece la continuidad operacional, reduce los tiempos de respuesta y puede disminuir los costos logísticos y fortalecer la licencia social para operar. En este sentido, el enfoque territorial no solo responde a objetivos de equidad o desarrollo regional, sino que también puede mejorar la productividad de la industria. Pero, sin incentivos adecuados y marcos de gobernanza robustos, esas razones rara vez se traducen en cambios concretos en los procesos de compra.

Tras más de tres décadas de iniciativas, Chile ha construido uno de los ecosistemas de proveedores mineros más desarrollados de la región. Aun así, persisten desafíos: mayor arraigo territorial, escalamiento tecnológico sostenido y transformación estructural de la cadena de valor. La discontinuidad programática, la ausencia de mecanismos que modifiquen los incentivos reales de compra de las grandes empresas mineras y el desarrollo aún incipiente de instrumentos territoriales ayudan a explicar por qué su impacto no siempre se ha sostenido.

Este documento analiza las principales iniciativas implementadas desde la década de 1990, extrae lecciones y desafíos de esa experiencia acumulada y examina casos internacionales relevantes para identificar qué elementos se pueden transferir al contexto chileno. El objetivo es ofrecer recomendaciones que permitan avanzar hacia un ecosistema de proveedores más sofisticado, sostenible y con mayor capacidad para generar beneficios para la economía y los territorios mineros. El documento busca identificar el siguiente paso de un camino ya recorrido: cómo seguir fortaleciendo un ecosistema que Chile ya ha construido, prestando especial atención a su consolidación en las regiones mineras.







Evolución de la política de desarrollo de proveedores en Chile

La evolución de la política de desarrollo de proveedores en Chile no sigue una trayectoria lineal, sino que refleja distintos enfoques que, en diferentes momentos, han combinado objetivos de internacionalización, fortalecimiento del mercado interno y desarrollo territorial. La tabla 1 resume las principales características de estas estrategias. Estas etapas no son completamente secuenciales ni excluyentes, sino que reflejan cambios en el enfoque de la política, con iniciativas que, en algunos casos, se superponen o introducen nuevas lógicas dentro de un mismo periodo.

1. Etapa inicial: promoción comercial y primeros vínculos productivos (1990-2005)

La lógica de esta primera etapa era sencilla: dar a conocer la oferta nacional de proveedores en mercados externos antes de intentar desarrollarla. Se partía del supuesto de que la exposición comercial generaría vínculos entre proveedores locales y grandes empresas mineras, tanto en Chile como en la región.

Durante la década de 1990, la estrategia chilena de desarrollo de proveedores mineros se caracterizó por un enfoque incipiente y fragmentado, centrado principalmente en la promoción comercial más que en el desarrollo productivo. ProChile[11] tuvo un papel protagónico a través de iniciativas sectoriales orientadas a visibilizar la oferta nacional de bienes y servicios mineros en mercados externos, organizando misiones comerciales, ruedas de negocios, encuentros y ferias en América Latina entre proveedores y grandes compradores. En este marco, el Estado creó el programa Chile Exporta Minería, que instaló explícitamente la idea de "exportar minería" no solo como exportación de minerales, sino también de capacidades productivas asociadas al sector. Aunque la iniciativa mostró intencionalidad estratégica desde el sector público, no tuvo continuidad a largo plazo, anticipando un patrón que se repetiría en etapas posteriores.

En este periodo se crearon dos ferias internacionales de referencia para el sector, ambas impulsadas por actores privados y gremiales: Exponor (Exposición Internacional del Norte)[12], en Antofagasta, organizada por la Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA), y Expomin (Exposición Internacional de la Minería), en Santiago, una de las ferias mineras más importantes de América Latina.

11 Institución del Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile encargada de promover la oferta exportable de bienes y servicios chilenos en el mundo.

12 Exponor. (s. f.). *¿Qué es Exponor?* https://exponor.cl/que-es-exponor/

Ambas tenían como objetivo reunir a las principales empresas mineras con empresas proveedoras nacionales e internacionales.

También hubo iniciativas semilla de desarrollo de proveedores apoyadas por la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) y el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (Fontec), orientadas a fomentar la investigación y desarrollo (I+D) de proveedores mineros. En 1998, Corfo creó un primer programa institucionalizado para fomentar los vínculos formales entre pequeñas y medianas empresas (pymes) mineras y grandes empresas, que no tuvo continuidad a largo plazo[13].

En conjunto, estas iniciativas dieron visibilidad internacional a los proveedores chilenos, pero se centraron más en la promoción comercial que en el desarrollo productivo. La ausencia de instrumentos que impactaran en el mercado doméstico o desarrollaran capacidades tecnológicas reales motivó, a mediados de la década siguiente, un giro hacia políticas más activas de desarrollo productivo, con el Estado asumiendo un papel de coordinación explícita entre los diferentes actores.



Exponor (Exposición Internacional del Norte), en Antofagasta.

Expomin (Exposición Internacional de la Minería), en Santiago.

13 Corporación Alta Ley (2021).

Tabla 1: Resumen de las estrategias de desarrollo de proveedores a lo largo del tiempo

Periodo/etapa	Enfoque principal	Papel del Estado	Principales instrumentos	Resultados y limitaciones
1990-2005 Promoción comercial	Visibilizar la oferta chilena en mercados internacionales. Orientación: exportador. Enfoque: nacional.	Habilitador pasivo. Escala nacional, sin diferenciación territorial.	Participación en ferias internacionales. ProChile, Exponor, Corfo-Fontec, Chile Exporta Minería.	Instala la idea de "exportar minería" y da visibilidad internacional. Pendiente: traducirlo en desarrollo de capacidades tecnológicas y en vínculos con el mercado doméstico.
2006-2010 Política productiva selectiva y enfoque de clústeres	Fortalecimiento del ecosistema: política de clústeres. Orientación: mixto (doméstico+exportador). Enfoque: mayormente nacional. *Top-down*.	Coordinador activo. Primeros intentos territoriales (Antofagasta).	CNIC, Agenda de Innovación y Competitividad.	Introduce por primera vez una política productiva selectiva con la minería como sector prioritario. Pendiente: diseño aún *top-down* y sin instrumentos para modificar los incentivos de compra de las empresas mineras.
2008-2014 Enfoque en innovación (PPCM)	Desarrollo tecnológico e innovación en desarrollo de proveedores. Orientación: principalmente doméstico (con proyección exportadora). Enfoque: mayormente nacional.	Activo principalmente en financiamiento.	Programas de I+D, pilotaje, innovación abierta. PPCM (BHP-Codelco).	Genera articulación público-privada y capital social. Pendiente: escalar del piloto al contrato y ampliar el alcance a proveedores pequeños, medianos y regionales.
2015-2020 Institucionalización y hojas de ruta	Reconoce que el desarrollo de proveedores requiere arraigo territorial e instituciones estables a largo plazo. Cambio de programas a instituciones. Orientación: mixto. Enfoque: territorial y nacional.	Rol activo. Estado como coconstructor de la institucionalidad regional.	Clúster Antofagasta, Corporación Alta Ley, Expande y Centro Nacional de Pilotaje.	Crea instituciones con continuidad y fortalece la coordinación regional. Pendiente: dotar a la coordinación de incentivos que modifiquen la demanda y faciliten el escalamiento.
2021-presente Sostenibilidad, digitalización y metas cuantificables	Intento de articular una visión sistémica a largo plazo con metas cuantificables. Orientación: mixto (más doméstico). Enfoque: territorial.	Rol activo. Territorial con coordinación nacional.	Política Nacional Minera 2050, Estrategia para el Desarrollo de Proveedores Mineros 2026-2030, Observatorio de Proveedores.	Metas más explícitas que en etapas anteriores. Pendiente: traducir esas metas en instrumentos concretos que modifiquen los incentivos y asegurar su continuidad más allá del ciclo político.

2. Política productiva selectiva y enfoque de clústeres (2006-2010)

A mediados de la década de 2000, Chile adoptó una estrategia más explícita de desarrollo productivo selectivo a través de la Política Nacional de Innovación y Competitividad, liderada por el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC). En 2007 se definió una política de clústeres, definidos como una aglomeración de empresas, proveedores y organizaciones asociadas que se interconectan en un espacio geográfico, incrementando su productividad mediante el desarrollo conjunto de conocimientos y prácticas. Con un enfoque *top-down*, se identificaron cinco sectores estratégicos de alto potencial, entre ellos la minería y sus proveedores, como plataformas prioritarias para la innovación y el crecimiento. Esta agenda buscaba coordinar actores públicos y privados, focalizar recursos e impulsar el desarrollo de proveedores, incluyendo la atracción de este tipo de empresas y la creación de centros de prueba[14].

La política se materializó en algunas iniciativas concretas: se creó el primer centro de excelencia de I+D universitario enfocado exclusivamente en minería en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile (el Advanced Mining Technology Center, AMTC)[15], se aprobó el financiamiento de un parque científico tecnológico en Antofagasta y se realizó una convocatoria especial de proyectos asociativos por USD 14,8 millones a través de Innova Chile[16].

Esta forma de focalización sectorial —concentrar fondos de innovación, capital humano y apoyo a I+D en sectores elegidos por su potencial— implicaba, en la práctica, una lógica de "*picking winners*"[17], por lo que fue objeto de críticas[18] [19].

Hacia el final del periodo, el CNIC propuso profundizar en esta estrategia en su Agenda de Innovación y Competitividad 2010-2020[20], incorporando además una orientación más explícita hacia la internacionalización de los proveedores. Sin embargo, tras el cambio de Gobierno en 2010, esta política no tuvo continuidad y se prefirieron políticas horizontales de apoyo a la innovación sin priorización de sectores. El informe *Surfeando hacia el futuro. Chile en el horizonte 2025*[21], elaborado en ese contexto,

14 Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC). (2008). *Hacia una estrategia nacional de innovación para la competitividad* (vol. II). https://docs.consejoctci.cl/assets/documentos/hacia-una-estrategia-nacional-de-innovacion-vol-ii.pdf

15 Advanced Mining Technology Center (AMTC). (s. f.). *Acerca de AMTC*. https://www.amtc.cl/acerca-de-amtc/

16 Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (2010). *Política nacional de innovación: Memoria 2006-2010*. https://www.economia.gob.cl/1540/articles-182927_recurso_1.pdf

17 Arnold, E., Malkin, D., Good, B., Clark, J., & Ruiz Yaniz, M. (2009). *Evaluating the national innovation strategy for competitiveness*. Technopolis Group. https://docs.consejoctci.cl/assets/documentos/evaluating-the-national-innovation-strategy-for-competitiveness.pdf

18 Torres, C. (2014, 31 de julio). OCDE plantea nuevo enfoque en política industrial sin beneficiar sectores específicos. *La Tercera*. https://www.latercera.com/pulso/ocde-plantea-nuevo-enfoque-en-politica-industrial-sin-beneficiar-sectores-especificos/; Aravena, L. (2016, 7 de abril). Clusters: Pese a diferencia ideológica, se acorta distancia entre distintas visiones. *La Tercera*. https://www.latercera.com/pulso/clusters-pese-a-diferencia-ideologica-se-acorta-distancia-entre-distintas-visiones/

19 Benavente, J. M., & Price, J. J. (2014). Evolution of the public institutions of science, technology, and innovation in Chile: 1990-2012. En *Science, technology and innovation policies for development: The Latin American experience* (pp. 45-62). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04108-7

20 Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC). (2010). *Agenda de innovación y competitividad 2010-2020*. https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/articles-80011_archivo_fuente.pdf

21 Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC). (2013). *Surfeando hacia el futuro: Chile en el horizonte 2025*. https://docs.consejoctci.cl/assets/documentos/surfeando-hacia-el-futuro-1.pdf

ilustra bien el momento: pretendía dar orientaciones estratégicas, pero sin ninguna implicancia ni propuesta concreta[22]. Corfo mantuvo instrumentos generales, pero la coordinación estratégica sectorial se diluyó sin evaluación ni reemplazo claro[23] [24].

Así, en este periodo, Chile incorporó una política productiva explícita para los proveedores dentro de una agenda más amplia de innovación y competitividad. Sin embargo, su diseño fue centralizado (*top-down*), con escasa participación regional (aunque se realizaron mesas regionales, el programa en sí se llevó a cabo a nivel nacional) y sin instrumentos concretos para alinear a las grandes empresas mineras con los proveedores locales. En su implementación, no se crearon nuevas herramientas de política, sino que se utilizaron instrumentos existentes de Corfo y otros organismos públicos para financiar las iniciativas. No existía una herramienta de política local que pudiera movilizar recursos para las necesidades particulares de cada región[25].

22 Meller, P., & Gana, J. (2015a). *El cobre chileno como plataforma de innovación tecnológica*. Cieplan. https://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/02/El_cobre_chileno_como_plataforma_de_innovacion_tecnologica.pdf

23 Zahler, A., Bravo-Ortega, C., Goya, D., & Benavente, J. M. (2014). *Public-private collaboration on productive development in Chile* (IDB Working Paper N.º 6481). Inter-American Development Bank. https://publications.iadb.org/en/publications/english/viewer/Public-Private-Collaboration-on-Productive-Development-in-Chile.pdf

24 Guzmán, J. (2018, 12 de abril). Cómo la elite torpedeó los intentos de sacar a Chile de su dependencia de las materias primas. *Ciper Chile*. https://www.ciperchile.cl/2018/04/12/como-la-elite-torpedeo-los-intentos-de-sacar-a-chile-de-su-dependencia-de-las-materias-primas/

25 Bravo-Ortega, C., & Muñoz, L. (2021). Mining services suppliers in Chile: A regional approach (or lack of it) for their development. *Resources Policy*, *70*, 101210. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.06.001

3. Enfoque en innovación: Programa de Proveedores de Clase Mundial (2008-2014)

Tras el debilitamiento del enfoque de clústeres, surgieron iniciativas más centradas en la innovación, lideradas por el sector privado. En este contexto, en 2008 se implementó el Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPCM), impulsado inicialmente por BHP Billiton y al que luego se unió la Corporación Nacional del Cobre de Chile (Codelco), con el apoyo del sector público. Este programa representó un cambio importante al orientar la innovación de los proveedores hacia la resolución de desafíos tecnológicos específicos definidos por las empresas mineras, con el objetivo de generar capacidades exportables de alto valor agregado. En un principio, la meta era contar con 250 proveedores de clase mundial en 2020.

El PPCM buscó articular la demanda de las empresas mineras con la oferta de proveedores y centros de investigación para promover el desarrollo de soluciones tecnológicas a medida. El programa contemplaba la identificación de desafíos, la convocatoria a proveedores para proponer soluciones, la selección de estas y su posterior pilotaje e implementación, con la expectativa de generar nuevas capacidades instaladas en el país[26] [27].

26 Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA). (2014). *Empresarios AIA conocen desafíos del Programa de Proveedores de Clase Mundial de Codelco*. https://www.aia.cl/empresarios-aia-conocen-desafios-del-programa-de-proveedores-de-clase-mundial-de-codelco/

27 Codelco. (2012). *Programa de Proveedores de Clase Mundial*. https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/docs/20120410/20120410165228/_2012_03_26__programa_pcm__expominx.pdf

Sin embargo, evaluaciones posteriores evidenciaron importantes limitaciones. Meller y Parodi[28] documentaron una serie de problemas: (a) el impacto relativamente bajo de los proyectos del PPCM en las faenas mineras; (b) la baja prioridad que las empresas mineras asignaban al programa; (c) las importantes brechas en cuanto a capital humano especializado, financiamiento, espacios de prueba, modelos contractuales, disonancia de tiempos, asimetrías de información y fallas de coordinación; (d) la incapacidad de las empresas proveedoras exitosas para escalar soluciones innovadoras; y (e) el gran desequilibrio entre los recursos destinados al PPCM y las expectativas generadas.

El programa presentó limitaciones de diseño relevantes. Fue concebido como una iniciativa nacional sin enfoque territorial, con alta participación de empresas extranjeras y con base en Santiago, y con una escala insuficiente para generar cambios significativos[29], además de problemas de implementación: los programas de innovación no se podían probar fácilmente en faena y su adaptación al contexto chileno fue parcial. Asimismo, no logró llegar de forma efectiva a proveedores pequeños, medianos o locales en un contexto de asimetrías de poder con las grandes empresas mineras[30] [31], que no se abordaron. A esto se suma que podría existir un desajuste entre los tiempos de innovación de un proveedor y los ciclos de planificación de la empresa minera, lo que dificultaría la articulación efectiva entre ambas partes.

El PPCM fue un espacio de aprendizaje y construcción de capital social, ya que introdujo una lógica de innovación dirigida a desafíos reales de la minería con soluciones tecnológicas concretas. Intentó abordar las fallas típicas de entrada documentadas en la literatura[32], como las asimetrías de información, la falta de visibilidad y los sesgos de credibilidad que favorecen a los incumbentes globales, con resultados parciales. Donde falló fue en una capa distinta: la dificultad para realizar pruebas piloto dentro de procesos de compra formales y la aversión al riesgo tecnológico de las empresas mineras siguieron elevando las barreras para los nuevos proveedores. No logró convertirse en un motor de desarrollo tecnológico sostenido ni en un puente efectivo hacia la internacionalización de los proveedores locales. Esto llevó a la etapa siguiente: una apuesta por construir instituciones más permanentes con arraigo territorial.

28 Meller, P., & Parodi, P. (2017). *Del programa de proveedores a la innovación abierta en minería*. CAF / Cieplan. https://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/03/3._PAPER__DEL_PPCM_A_LA_INNOVACION_ABIERTA_EN_MINERIA.pdf

29 *Chile Minería*. (2014, 20 de agosto). El programa Proveedores de Clase Mundial de la minería es "insuficiente". *Chile Minería*. https://www.chilemineria.cl/archivos/55748

30 Cieplan. (s. f.). *Minería: El desafío de ser un proveedor de clase mundia*l. https://www.cieplan.org/mineria-el-desafio-de-ser-un-proveedor-de-clase-mundial/

31 Navarro, L. (2018). The World Class Supplier Program for mining in Chile: Assessment and perspectives. *Resources Policy*, *58*, 49-61. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.008

32 Marín, A., & Morales-Villagómez, J. (2025). *From extraction to value addition: How capabilities and power shape local supplier development* (IDS Working Paper N.º 629). Institute of Development Studies. https://doi.org/10.19088/IDS.2025.101

4. Institucionalización y hojas de ruta (2015-2020)

Ante la fragmentación de las etapas anteriores, este periodo buscó construir una arquitectura institucional más estable, con organismos de mayor continuidad, hojas de ruta sectoriales y una creciente presencia territorial, reconociendo que la proximidad geográfica puede facilitar la generación de encadenamientos productivos, el aprendizaje conjunto y la adaptación de soluciones a condiciones operacionales específicas. La apuesta era que una mejor coordinación entre actores (Gobierno, academia, industria y sociedad civil) se traduciría en cambios concretos en el ecosistema.

A partir de 2015, Chile avanzó hacia un enfoque más sistémico mediante los Programas Estratégicos de Especialización Inteligente liderados por Corfo. El programa asociado a la minería era el Clúster Minero de la Región de Antofagasta, que operó con un enfoque más territorial, con objetivos explícitos de aumentar la participación regional en compras mineras e internacionalizar la oferta de servicios especializados[33], logrando avances en la interrelación entre mandantes y proveedores locales, y en el fortalecimiento del capital humano y la empleabilidad regional[34].

En el mismo contexto, se institucionalizó el Programa Nacional de Minería Alta Ley, una iniciativa público-privada cuyo objetivo era atender los desafíos de productividad, seguridad y respeto al medio ambiente de la minería y, a su vez, crear, fortalecer y dinamizar el ecosistema de innovación minero, operando como un organismo de articulación público-privada. Ambas instituciones supusieron un cambio relevante: organismos con continuidad más allá de un Gobierno.

A esto se sumó la Hoja de Ruta Tecnológica Minera 2015-2035, que identificó los desafíos tecnológicos con mayor impacto en la competitividad y la productividad del sector. Su objetivo era fortalecer las capacidades genéricas, particularmente en el desarrollo de proveedores e innovación, el capital humano avanzado y técnico, y la minería inteligente[35].

En paralelo, surgieron programas orientados a conectar directamente la demanda tecnológica de las empresas mineras con soluciones de proveedores. Uno de ellos fue "Promoción internacional de los proveedores de bienes y servicios para la minería" de ProChile, en 2016, cuyo fin fue desarrollar un programa de fomento de la internacionalización de proveedores de bienes y servicios de la minería con un fuerte componente de asociatividad público-privada[36]. Contó con un financiamiento de USD 4,6 millones del Fondo de Inversión Estratégica del Ministerio de Economía[37].

33 Corporación de Fomento de la Producción (Corfo). (2016). *Programas estratégicos de especialización inteligente – Programas estratégicos regionales.*

34 Fomento Antofagasta. (2020). *De programa Corfo a corporación: la nueva ruta del clúster minero de la Región de Antofagasta*. https://www.fomentoantofagasta.gob.cl/noticias/de-programa-corfo-a-corporacion-la-nueva-ruta-del-cluster-minero-de-la-region-de-antofagasta/

35 Corporación Alta Ley. (2015). *Desde el cobre a la innovación: Roadmap tecnológico 2015-2035*. https://www.dii.uchile.cl/wp-content/uploads/2016/05/Roadmap.pdf

36 Corporación de Fomento de la Producción (Corfo). (s.f.). *Informe de gestión 2014-2017: Programas Estratégicos Transforma*. https://saowcsblobassets.blob.core.windows.net/assets/PG/PROGRAMAS_TRANSFORMA/docs/Informe%20Gesti%C3%B3n%20Programas%20Transforma%202014-2017.pdf

37 Comisión Nacional de Productividad. (2017). *Productividad de la gran minería del cobre*. https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/04/Informe-Final-Productividad-en-la-Gran-Mineria-del-Cobre-.pdf

Otra iniciativa es el Programa de Innovación Abierta en Minería, Expande (2017)[38], articulado por la Fundación Chile con el apoyo de Corfo. En teoría, retomó la lógica del PPCM, incorporando aprendizajes de iniciativas previas y operando como un modelo de innovación abierta con mayor continuidad, logrando generar más de USD 50 millones en contratos y levantamiento de capital, con la participación de más de 2500 proveedores, más de 180 contratos entre proveedores y empresas mineras, más de 4300 soluciones prospectadas y 24 operaciones[39].

Por último, en 2017 se creó el Centro Nacional de Pilotaje como una corporación privada sin fines de lucro que surgió a partir de un programa de Corfo. Responde directamente a una de las fallas centrales del PPCM: la realización de pilotajes y validaciones industriales en sitios de prueba con condiciones reales o equivalentes[40]. Posteriormente, en 2019, se creó el Centro Integrado de Pilotaje de Tecnologías Mineras (Ciptemin), impulsado por un consorcio de cinco universidades chilenas, junto con centros tecnológicos internacionales y empresas proveedoras. Tiene su sede en Antofagasta y cuenta con una red descentralizada de espacios de prueba en cinco regiones[41].

Esta articulación más formal representó un avance real en gobernanza y presencia territorial, pero no garantizó cambios profundos en la industria, ya que los instrumentos siguieron orientados hacia la coordinación más que hacia mecanismos que compartieran riesgos o modificaran los procesos de compra de las empresas mineras. La escala de los programas ayuda a dimensionar el desafío pendiente: los USD 50 millones en contratos generados por Expande hay que ponerlos en perspectiva frente al gasto total en insumos (incluye bienes y servicios) de USD 23 147 millones en 2023 en el país, es decir, el programa ha movido dinero que representa un 0,2 % del gasto en proveedores en un año.

Esta brecha entre institucionalización y transformación estructural motivó, en la siguiente etapa, un esfuerzo por establecer metas explícitas y cuantificables a largo plazo, ya que la coordinación sin instrumentos concretos no había sido suficiente.

38 Fundación Chile. (2017). *Expande: Acelerando el desarrollo productivo de la industria minera*. https://fch.cl/noticianoticia-destacadanoticia-antigua/expande-acelerando-desarrollo-productivo-la-industria-minera/

39 Expande Minería. (s. f.). [Página web]. https://expandemineria.cl/

40 Universidad Técnica Federico Santa María (USM). (s.f.). *Centro Nacional de Pilotaje de Tecnologías para la Minería (CNP)*. https://ottl.usm.cl/consorcios/cnp-centro-nacional-de-pilotaje-de-tecnologias-para-la-mineria/

41 Universidad de La Serena. (s. f.). *Ciptemin, oficialmente de cara al mundo minero en pilotaje, validación y certificación*. https://userena.cl/actualidad/3478-ciptemin-oficialmente-de-cara-al-mundo-minero-en-pilotaje-validacion-y-certificacion.html; Ciptemin. (s. f.). *Espacios de prueba activos*. https://ciptemin.cl/espacios-de-prueba-activos/

5. Sostenibilidad, digitalización y metas cuantificables (2021-presente)

La etapa más reciente incorpora una visión a largo plazo para el desarrollo de proveedores, enmarcada en la sostenibilidad, la digitalización y la transición energética, junto con metas explícitas y cuantificables asociadas a la Política Nacional Minera 2050.

En 2021 se lanzó la Política Nacional Minera 2050[42], que establece 78 metas para la industria y el Estado. Entre ellas, dos se vinculan directamente con el desarrollo del ecosistema de proveedores: la meta 14, que busca aumentar en un 20 % el aporte al PIB de los bienes y servicios relacionados con la minería para el año 2050, y la meta 16, que establece contar con 250 empresas proveedoras de clase mundial y exportaciones por USD 1500 millones para el año 2030 y USD 4000 millones para el año 2050. Estas metas buscan fortalecer el ecosistema de proveedores, tanto en su sofisticación como en su internacionalización, y se expresan en metas cuantificables a largo plazo.

En paralelo, se desarrollaron iniciativas en tres ámbitos. En innovación, Corfo impulsó institutos tecnológicos y Programas Tecnológicos (PTEC) orientados a desafíos como los pasivos ambientales[43], los relaves y la minería sostenible, junto con instrumentos horizontales que continúan vigentes. Destaca el Instituto de Tecnologías Limpias (ITL), cuyo origen se remonta al contrato Corfo – SQM Salar de 2018, pero cuya constitución formal, tras un proceso de licitación y judicialización, no se concretó hasta 2024[44]. Orientado a crear un clúster minero-energético sostenible en la Región de Antofagasta, promueve una industria de energía limpia y se ha convertido en la mayor inversión de I+D aplicada del país en su historia[45]. En el ámbito de la articulación y la información, nació la Mesa Nacional de Desarrollo de Proveedores (2023), una iniciativa que reúne a diferentes proveedores de la industria para abordar las brechas existentes en el desarrollo de capacidades[46]. Por su parte, la Corporación Alta Ley lanzó el Observatorio de Proveedores y la Minería (2024), una plataforma pública cuyo objetivo es publicar indicadores de la industria minera y sus proveedores, y habilitar un catálogo de proveedores mineros[47]. Este esfuerzo se ha desarrollado con el apoyo del Ministerio

42 Ministerio de Minería. (2022). *Política Nacional Minera 2050*. https://politicanacionalminera.minmineria.gob.cl/

43 Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (2025, 13 de marzo). *Programa Desarrollo Sostenible y Corfo adjudican $10 mil millones para revalorización de pasivos ambientales en minería, acuicultura, manufactura y transportes*. https://www.economia.gob.cl/2025/03/13/programa-desarrollo-sostenible-y-corfo-adjudican-10-mil-millones-para-revalorizacion-de-pasivos-ambientales-en-mineria-acuicultura-manufactura-y-transportes.htm

44 Universidad de Chile. (2024, 15 de enero). *Instituto de Tecnologías Limpias (ITL) se constituye formalmente tras la firma de sus estatutos*. https://uchile.cl/noticias/213086/instituto-de-tecnologias-limpias-se-constituye-formalmente

45 Corporación Alta Ley. (2024). *Instituto de Tecnologías Limpias se constituye formalmente tras la firma de sus estatutos*. https://www.corporacionaltaley.cl/instituto-de-tecnologias-limpias-se-constituye-formalmente-tras-la-firma-de-sus-estatutos/

46 Corporación Alta Ley. (s. f.). *Mesa de proveedores mineros: "El objetivo es que Chile sea reconocido no solo como un país que exporta minerales, sino también minería"*. https://www.corporacionaltaley.cl/mesa-de-proveedores-mineros-el-objetivo-es-que-chile-sea-reconocido-no-solo-como-un-pais-que-exporta-minerales-sino-tambien-mineria/

47 Portal Minero. (s. f.). *Alta Ley presenta inédito Observatorio de Proveedores y la Minería*. https://www.portalminero.com/wp/alta-ley-presenta-inedito-observatorio-de-proveedores-y-la-mineria/

de Minería, la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), ProChile, el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) y Subrei. La Corporación Clúster Minero Región de Antofagasta (CCMRA) continúa trabajando y ha establecido el desarrollo de proveedores locales como uno de sus seis ejes de trabajo prioritarios[48] [49].

Por último, en planificación estratégica, el Gobierno lanzó en diciembre de 2025 la Estrategia para el Desarrollo de Proveedores Mineros 2026-2030[50], que retoma el objetivo de generar proveedores de clase mundial y que está estructurada en torno a cuatro ejes: innovación, exportación, sostenibilidad y vinculación. Se planea construir un plan de acción para cinco años, 2026-2030, liderado por el Ministerio de Minería y con seguimiento y monitoreo a cargo de la Mesa Nacional de Desarrollo de Proveedores (MNDP) y la Subsecretaría de Minería.

En paralelo, Chile cuenta con un conjunto de instrumentos de apoyo de carácter horizontal (no específicos para la minería) orientados a mejorar la productividad, el acceso a financiamiento y la internacionalización de las empresas. Entre ellos, destacan los programas de Corfo, como el crédito tributario a la I+D (que permite descontar hasta un 35 % de la inversión en investigación y desarrollo), el Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP) y la iniciativa Red Mercados, que cofinancia el acceso de las pymes a los mercados internacionales. También existen mecanismos de garantía, como el Fondo de Garantía para Pequeños Empresarios (Fogape) y los fondos de garantía de Corfo, que facilitan principalmente el acceso al crédito para pequeñas y medianas empresas. Si bien estos instrumentos pueden contribuir indirectamente al desarrollo de proveedores mineros, no están diseñados específicamente para abordar las fallas de coordinación, escalamiento y adopción tecnológica propias de esta industria[51].

En conjunto, esta etapa muestra un avance en la formalización de metas, la coordinación institucional y la generación de información. Sin embargo, persisten desafíos por superar. Los instrumentos de apoyo siguen siendo, en su mayoría, horizontales y no necesariamente están alineados para modificar los incentivos de las empresas mandantes, particularmente en sus procesos de compra y adopción tecnológica. Además, aún no hay evidencia pública sólida que permita evaluar si estas iniciativas han generado cambios estructurales en la base de proveedores.

En perspectiva, la experiencia chilena refleja una evolución desde enfoques orientados a la promoción comercial hacia estrategias más complejas que incorporan innovación, coordinación y dimensiones territoriales. No obstante, aún quedan desafíos por resolver en términos de escalamiento, alineación de incentivos y generación de impactos sostenidos en el ecosistema de proveedores.

48 Junto con fortalecimiento institucional, capital humano, innovación, empleo local y desarrollo y transferencia tecnológica.

49 Corporación Clúster Minero Región de Antofagasta (CCMRA). (2024). *Memoria 2024*.

50 Ministerio de Minería (2025).

51 Muñoz Gomá, O. (Ed.). (2009). *Desarrollo productivo en Chile: la experiencia de Corfo entre 1990 y 2009*. Santiago: Corfo, Flacso-Chile y Catalonia. https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/6539a85b-505c-451d-863a-11c73533c546/content; Servicio de Impuestos Internos (SII). (s. f.). Programas de Desarrollo de Proveedores. https://www.sii.cl/portales/mipyme/modulo_fomento/pdp.htm; ChileAtiende. (s. f.). Red Mercados. https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/64574-red-mercados



Desafíos de la experiencia chilena

1. Coordinación sin incentivos: el límite de la articulación institucional

Chile ha tenido éxito al crear instancias de coordinación, como clústeres, hojas de ruta, mesas público-privadas y observatorios. El desafío pendiente es traducirlas en cambios en el comportamiento de compra de las grandes empresas mineras. La articulación es una condición necesaria, pero no suficiente, ya que no siempre altera el equilibrio del mercado. Sin mecanismos que modifiquen los incentivos del área de abastecimiento, los proveedores locales seguirán siendo marginales, al igual que los exportadores. El problema no es solo de información o confianza, sino también de incentivos.

En muchos casos, los lineamientos estratégicos han sido excesivamente amplios y no han contado con instrumentos específicos para canalizar los recursos hacia las necesidades reales de la industria y el territorio (por ejemplo, cuando se planteó inicialmente el clúster en 2007 y también en la estrategia para el desarrollo de proveedores mineros).

De este modo, pese a los avances institucionales y de articulación, persisten brechas en los mecanismos que permitan modificar los incentivos y generar resultados mensurables en el desarrollo de los proveedores. Hoy hay hojas de ruta y, posteriormente a la estrategia para el desarrollo de proveedores mineros, se hará un plan de acción; la clave estará en operacionalizar instrumentos que cambien los incentivos y las estructuras de mercado, no solo programas declarativos.

2. El problema del escalamiento: del piloto al contrato

Prácticamente todos los programas revisados, desde el PPCM hasta Expande, lograron generar pilotos exitosos, pero se enfrentaron a una barrera estructural en el momento de escalar. Las razones son múltiples: asimetrías en el poder de negociación, ausencia de mecanismos de gestión de riesgo compartido, incompatibilidad entre los ciclos de innovación de los proveedores y los ciclos de planificación operacional de las empresas mineras, acceso restringido a las faenas, conservadurismo de la industria y largos ciclos de validación[52]. En la mayoría de los casos, no existe un mecanismo que distribuya los gastos de I+D entre la empresa minera y el proveedor; el costo y el riesgo del desarrollo recaen casi exclusivamente en este último, lo que limita sus oportunidades de aprendizaje y su capacidad de escalamiento[53]. A esto se suma la ausencia

52 Cochilco (2025).

53 Anzolin, G., & Pietrobelli, C. (2025). Industrial policy along the mining value chain: A new taxonomy and case studies. *Journal of International Business Policy*, *8*(3), 373-390. https://doi.org/10.1057/s42214-025-00221-x

de instalaciones que permitan probar soluciones en operaciones reales, lo que limita las oportunidades de escalamiento incluso cuando la solución técnica ya se ha desarrollado[54].

Una falla específica del escalamiento es la desconexión interna dentro de las propias mineras: mientras el área de innovación apoya al proveedor a través de programas de la misma minera o de cooperación público-privada, el área de abastecimiento aplica criterios de "bajo riesgo" y "bajo costo" que terminan excluyendo a la pyme innovadora.

En Bravo-Ortega y Muñoz[55] se distinguen dos grupos de proveedores en Chile: por un lado, empresas con larga trayectoria tecnológica e industrial y mayores capacidades de innovación, y, por otro, un grupo que se enfrenta a dificultades para desarrollar vínculos intraindustriales con las mineras. En este contexto, los proveedores locales, especialmente los de menor tamaño, se enfrentan a limitaciones para fortalecer sus capacidades e innovar, en parte debido a la concentración del riesgo en el propio proveedor. Entre los principales obstáculos se encuentran la escasez de capital humano calificado, la alta aversión al riesgo y la débil articulación entre los distintos actores. El ecosistema chileno produce pilotos, pero no empresas medianas tecnológicas de escala internacional.

Esta dificultad puede ordenarse conceptualmente a partir de la distinción entre tres tipos de barreras a las que se enfrentan los proveedores locales en industrias extractivas: (a) de entrada, (b) de supervivencia y (c) de expansión. Esta perspectiva permite entender los desafíos no como fallas aisladas de programas específicos, sino como restricciones que operan en distintos momentos del desarrollo empresarial. Chile ha abordado parcialmente las barreras de entrada (con instrumentos como el PPCM), pero no las de supervivencia, donde predominan los contratos a corto plazo y las asimetrías de poder que atrapan a los proveedores en actividades de bajo valor agregado, sin condiciones para invertir en innovación, ni las de expansión, relacionadas con la dependencia, la regulación y el acceso al financiamiento tecnológico[56].

3. Centralización del diseño y fragmentación territorial de los efectos

La mayoría de los programas se han diseñado en Santiago con criterios nacionales, ignorando que la minería es profundamente territorial y que los desafíos a los que se enfrenta un proveedor en Antofagasta y en otra región son significativamente distintos a los de uno en Santiago. El Clúster Minero de Antofagasta (posteriormente CCMRA) supone un avance, pero su capacidad de decisión y su presupuesto siguen siendo limitados. Como señalan Bravo-Ortega y Muñoz[57], las herramientas de política regional prácticamente no existen: no hay compras públicas con contenido local, no hay instrumentos de financiamiento regionalizados ni evaluación de impacto territorial.

El enfoque predominante ha sido promover

54 Navarro (2018).

55 Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

56 Marín & Morales-Villagómez (2025).

57 Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

los encadenamientos desde una lógica nacional y horizontal, lo que resulta insuficiente en un sector con un fuerte arraigo territorial. Las diferencias en capacidades, instituciones y brechas entre regiones requieren instrumentos de política más focalizados que permitan territorializar el desarrollo de proveedores. La minería es territorial en su operación, pero la política ha sido principalmente nacional en su diseño[58]. Este enfoque "espacialmente a ciegas", que no tiene en cuenta las particularidades regionales, tiende a reforzar la concentración en la Región Metropolitana[59], manteniendo las brechas en capital humano especializado, las limitaciones de infraestructura y la baja disponibilidad de financiamiento local, lo que resta dinamismo a los ecosistemas regionales y perpetúa la baja cooperación entre grandes empresas y pymes locales[60].

Por último, se debe considerar el papel del capital humano técnico regional. No es solo que falten proveedores en las regiones, sino que en Antofagasta también faltarían técnicos e ingenieros especializados que trabajen en los proveedores (no solo en las mineras). Los programas han abordado esto tangencialmente, pero nunca como eje central.

4. Discontinuidad programática y ausencia de evaluación

Casi ningún programa ha sido evaluado sistemáticamente antes de ser discontinuado o reemplazado, o al menos no existe una evaluación formal de resultados e impactos disponible públicamente, lo que limita su impacto en el ecosistema de proveedores y dificulta determinar si realmente generaron las mejoras esperadas en el sector. Un ejemplo es la política de clústeres de CNIC[61]. Sin evaluación de impacto, la política pública opera en modo experimental permanente, lo que dificulta capitalizar el aprendizaje acumulado y dar a los proveedores la previsibilidad que requieren sus inversiones a largo plazo. Abordarlo es clave para sostener la credibilidad de la política y consolidar los avances ya logrados.

La discontinuidad no solo es un problema de recursos, sino también de credibilidad de la política pública. A esto se suma que las iniciativas han tendido a operar como estrategias aisladas, sin un marco a largo plazo que las articule y permita que se complementen entre sí. La nueva Estrategia 2026-2030 se enfrenta al mismo riesgo si no incorpora mecanismos de evaluación y continuidad institucional independientes del ciclo político.

58 Atienza, M., Lufin, M., Soto, J., & Cortés, Y. (2015). ¿Es la región de Antofagasta un caso exitoso de desarrollo local basado en la minería? En C. Rodríguez *et al*. (Eds.), *Sistemas, coaliciones, actores y desarrollo económico territorial en regiones mineras* (pp. 97-117). Innovación Territorial Aplicada. https://www.researchgate.net/publication/281372733

59 Aroca, P., & Atienza, M. (2012). El mercado, sus agentes y la descentralización: el caso de la región de Antofagasta. En *Nueva agenda de descentralización en Chile: sentando más actores a la mesa*. Subdere. https://proactiva.subdere.gov.cl/bitstream/handle/123456789/438/El%20Mercado%20sus%20agentes%20y%20la%20decentralizacion.pdf

60 Atienza, M., Aroca, P., Stimson, R., & Stough, R. (2016). Are vertical linkages promoting the creation of a mining cluster in Chile? An analysis of the SMEs' practices along the supply chain. *Environment and Planning C: Government and Policy*, *34*(1), 171-187. https://doi.org/10.1177/0263774X15614708

61 Bravo-Ortega & Muñoz (2021); Zahler *et al*. (2014).

5. La demanda como variable ausente

Los desafíos anteriores no son independientes entre sí. En particular, la coordinación sin efecto en las decisiones de compra (desafío 1) y la débil transición del piloto al contrato (desafío 2) comparten una raíz común que conviene hacer explícita, mientras que la fragilidad institucional y la discontinuidad (desafíos 3 y 4) operan como condiciones que la agravan. Esa raíz común es la ausencia de la demanda como variable de política.

Chile ha construido políticas casi exclusivamente orientadas a la oferta de proveedores, para mejorar sus capacidades, certificarlos e internacionalizarlos, sin intervenir en la demanda. Esto ocurre en un mercado en el que unas pocas grandes mineras concentran la demanda frente a un amplio universo de proveedores que compiten entre sí, lo que les otorga un poder de negociación difícil de contrarrestar. En este contexto, las mineras tienen pocos incentivos para buscar proveedores locales cuando la alternativa internacional es conocida, probada y, generalmente, más barata a corto plazo. En la literatura se documentan políticas de contenido local, compras con criterios de innovación, contratos que comparten el riesgo tecnológico o requisitos de desarrollo tecnológico local como condición de operación[62], pero han sido escasamente utilizados en Chile. Cabe señalar que los más estrictos, como el contenido local obligatorio, conllevan riesgos: mal calibrados, pueden encarecer los proyectos, desincentivar la inversión y reducir los ingresos fiscales.

La incapacidad de muchas pymes proveedoras para competir no responde a su ineficiencia, sino a que los contratos exigen pólizas de seguro, garantías y certificaciones que operan como barreras de entrada. Ninguna etapa de la política abordó esto directamente; en varios casos, el diseño no incorporó las lógicas de decisión del sector privado[63] ni la perspectiva de los actores territoriales. La literatura reciente[64] muestra que la entrada de proveedores locales depende no solo de las capacidades tecnológicas, sino también de mecanismos que reduzcan la aversión al riesgo de la demanda y faciliten espacios de prueba. Sin ellos, persisten sesgos estructurales a favor de los incumbentes globales con mayor reputación y trayectoria. La experiencia chilena revela un patrón claro: predominio de políticas de coordinación y fortalecimiento de la oferta, con menor desarrollo de instrumentos que modifiquen los incentivos de la demanda.

62 Anzolin & Pietrobelli (2025); Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF). (2018a). *IGF guidance for governments: Local content policies*. IISD. https://www.iisd.org/system/files/publications/igf-guidance-for-governments-local-content.pdf; Tordo, S., Warner, M., Manzano, O. E., & Anouti, Y. (2013). *Local content policies in the oil and gas sector* (World Bank Study). World Bank. https://documents1.worldbank.org/curated/en/549241468326687019/pdf/Local-content-in-the-oil-and-gas-sector.pdf; Ramdoo, I. (2015). Unpacking local content requirements in the extractive sector: What implications *for the global trade and investment frameworks?* (Discussion Paper N.º 179). ECDPM. https://ecdpm.org/application/files/1316/5546/8896/Unpacking-Local-Content-Requirements-Isabelle-Ramdoo-September-2015-ECDPM.pdf

63 Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

64 Marín & Morales-Villagómez (2025).

Experiencia internacional

Para identificar aprendizajes relevantes para el caso chileno, revisamos tres experiencias internacionales seleccionadas por su combinación de relevancia comparada y diversidad institucional. Australia y Canadá son los referentes más citados en el debate mundial sobre el desarrollo de proveedores mineros y ofrecen puntos de contraste directo con Chile en cuanto a escala, estructura productiva y trayectoria histórica. Suecia, por su parte, permite explorar una lógica distinta: cómo un ecosistema minero relativamente reducido logró generar proveedores tecnológicos de clase mundial a partir de una infraestructura de innovación densa y estable en el tiempo. Estos tres casos no son modelos que replicar, sino ilustraciones de distintas configuraciones institucionales, cada una con sus propias condiciones habilitantes que conviene distinguir. En cada caso, se identifican los factores que hicieron posible el desarrollo del sector, las diferencias respecto al contexto chileno y las lecciones potencialmente transferibles.



1. Australia

La experiencia australiana muestra que es posible construir un sector de proveedores mineros competitivos a escala global (el sector METS: *Mining Equipment, Technology and Services*) cuando existe una visión exportadora a largo plazo sostenida con continuidad institucional. La Global Resources Strategy (2021) expresa precisamente esa visión: consolidar capacidades nacionales exportables apoyando a las empresas METS para que operen en mercados globales y maximicen su potencial internacional[65]. Australia es hoy el referente más claro de este modelo: la relación entre exportaciones METS y exportaciones mineras alcanza el 12,5 % en ese país, frente al 4,4 % de Canadá y el 1,4 % de Chile, lo que ilustra la brecha de escala y sofisticación que separa al ecosistema australiano del chileno. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) ha señalado que el caso australiano es el mejor ejemplo de cómo objetivos claros, integrales y consistentes pueden impulsar el desarrollo de proveedores, un proceso que puede tardar décadas en madurar[66].

La principal lección del caso es la construcción del clúster mediante capas acumulativas durante al menos seis décadas: la política industrial formal de clúster (2014-2016) no creó el sector, sino que articuló y escaló capacidades acumuladas durante los 50 años previos. Esa secuencia tiene al menos tres capas distinguibles.

La primera capa son las condiciones de base científica, previas a cualquier política sectorial. Australia consolidó en 1949 la CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), agencia gubernamental de investigación científica e industrial que ha mantenido una línea específica de investigación minera y vinculación con la industria[67]. Sobre esa base científica, en 1959 las grandes empresas mineras —con el apoyo de la propia CSIRO— crearon Amira Global (Australian Mineral Industries Research Association)[68], una organización sin fines de lucro que opera como *broker* en la investigación colaborativa precompetitiva entre empresas mineras, proveedores y universidades, y que está financiada por las cuotas de sus miembros. Este esquema institucional permitió que, desde un principio, la I+D minera se generara de forma compartida entre el sector privado y la base científica pública.

La segunda capa son los instrumentos de articulación entre clientes y proveedores e I+D, desplegados entre 1984 y 1995. La Industry Capability Network (ICN), creada en 1984 como organización sin fines de lucro con financiamiento mixto público-privado, conecta capacidades locales con grandes proyectos mediante más de 100 consultores técnicos que verifican perfiles técnicos[69]. En cuatro décadas, ha intermediado más de AUD 40 000 millones (aproximadamente USD 28 000 millones) en contratos. En

65 Department of Industry, Science and Resources. (2021, 22 de junio). *Australia's global resources strategy*. Gobierno de Australia. https://www.industry.gov.au/publications/australias-global-resources-strategy

66 Labó Fossa, R. (2022). *Gobernanza de los clústeres mineros: Los casos de Australia, Chile y el Perú* (Documentos de Proyectos N.º 47878). Naciones Unidas, Cepal. https://www.cepal.org/es/publicaciones/47878-gobernanza-clusteres-mineros-casos-australia-chile-peru

67 Meller, P., & Gana, J. (2015b). *El desarrollo de proveedores mineros en Australia: implicancias para Chile*. https://www.researchgate.net/publication/291165116

68 Amira Global. (s. f.). *About us*. https://amira.global/about-us/

69 Australian Government, Department of Finance. (s. f.). *Business information networks*. https://sellingtogov.finance.gov.au/resources/business-information-networks; Industry Capability Network (ICN). (2020). ICN corporate brochure. https://icn.org.au/wp-content/uploads/2020/06/ICN_Corporate_Brochure_0.pdf

la década de 1980 se introdujo, además, la R&D Tax Concession (posteriormente R&D Tax Initiative), beneficio tributario automático que reduce el costo unitario de innovar para todas las pymes proveedoras sin selección estatal. En 1990 se estableció el Cooperative Research Centres Program (CRC), iniciativa del Gobierno que financia colaboraciones a mediano y largo plazo lideradas por la industria entre empresas, universidades y agencias públicas, y que opera bajo dos modalidades: (a) las CRC Grants, que financian colaboraciones a mediano y largo plazo de hasta 10 años, y (b) las CRC-P Grants, que financian proyectos colaborativos a corto plazo de hasta tres años. Una característica central del diseño es que el financiamiento público debe ser igualado, al menos en igual monto, por aportes en efectivo o en especie de los socios, y los problemas de investigación deben ser identificados por la industria[70]. En 1995 se articuló Austmine, una asociación gremial sin fines de lucro que dotó al sector METS de una voz unificada con peso político e internacional.

La tercera capa es la política industrial formal de clúster (2014). La Industry Growth Centres Initiative identificó seis sectores de fortaleza competitiva[71], entre ellos el METS, y creó METS Ignited (2015), una organización sin fines de lucro liderada por la industria con financiamiento público inicial. Su papel es coordinar el clúster e impulsar la innovación, la productividad y la competitividad, centrándose en áreas de fortaleza competitiva y prioridad estratégica. Ha invertido más de AUD 16 millones en 35 proyectos colaborativos, apalancando 2,5 veces los aportes privados y apoyando a más de 20 nuevas empresas tecnológicas[72]. Complementariamente, desde 2001, Australia estableció el Australian Industry Participation Plan (AIPP), un marco nacional que exige a las empresas con grandes contratos o licencias que presenten planes de contratación local, comprometiéndose a considerar activamente a proveedores australianos y a fraccionar contratos de gran escala (Australian Industry Participation National Framework, AIPNF)[73].

Un punto central para entender la experiencia australiana es que logró consolidar un sector competitivo confiando principalmente en las fuerzas del mercado y en un entorno regulatorio estable, más que en exigencias formales de contenido local. Esto fue posible en parte porque Australia contaba con una demanda doméstica garantizada: las grandes empresas mineras con sede en el país generaban naturalmente contratos para proveedores locales, condición que Chile no tiene en la misma magnitud[74]. La lección transferible para Chile no es el esquema completo, sino su lógica: objetivos a largo plazo mantenidos con continuidad, combinación de instrumentos de oferta y demanda, e infraestructura activa de vinculación entre capacidades locales y grandes proyectos.

70 Australian Government. (s. f.-a). *Cooperative Research Centres (CRC) Grants*. business.gov.au. https://business.gov.au/Grants-and-Programs/Cooperative-Research-Centres-CRC-Grants; Australian Government. (s. f.-b). *Cooperative Research Centres Projects (CRC-P) Grants*. business.gov.au. https://business.gov.au/grants-and-programs/cooperative-research-centres-projects-crcp-grants

71 Meller & Gana (2015b).

72 Mining Beacon. (s. f.). *METS Ignited* [perfil institucional]. https://miningbeacon.com/company/mets-ignited; Mining Technology. (s. f.). *METS Ignited* [perfil institucional]. https://www.mining-technology.com/contractors/project-management-and-consultancy/mets-ignited-au/

73 Anzolin & Pietrobelli (2025).

74 Anzolin & Pietrobelli (2025).

2. Canadá

La experiencia canadiense muestra que una gobernanza descentralizada, con múltiples puntos de decisión adaptados a ecosistemas productivos locales, puede ser más efectiva que una política nacional uniforme para desarrollar proveedores mineros. Cabe señalar, sin embargo, que Canadá es un país federal y su modelo de gobernanza, en el que el Gobierno federal y las provincias comparten responsabilidades, es una característica institucional que Chile, como Estado unitario, no comparte directamente. La lección transferible no es la estructura federal en sí, sino la lógica de articular instrumentos nacionales con una implementación territorial adaptada a cada contexto.

En la práctica, la política federal actúa como habilitadora de capacidades territoriales: fija prioridades y moviliza recursos, pero deja en manos de las provincias la implementación concreta[75]. La Estrategia de Minerales Críticos (2022), respaldada por cerca de CAD 4000 millones (aproximadamente USD 2880 millones[76]), adopta un enfoque de cadena de valor completa e involucra activamente a los Gobiernos provinciales a través de mecanismos formales de coordinación[77]. Esta gobernanza ha favorecido la creación de alianzas regionales sólidas entre la industria, la academia, los centros de investigación y los pueblos indígenas, articuladas en torno a dos organizaciones nacionales clave: el Centre for Excellence in Mining Innovation (CEMI), una corporación sin fines de lucro establecida en 2007 y cofinanciada por los sectores privado y público, y el Canada Mining Innovation Council (CMIC), una organización sin fines de lucro de ámbito federal y liderada por la industria que coordina programas de investigación, desarrollo e innovación definidos por sus empresas miembros.

Un instrumento particularmente relevante es la Mining Innovation Commercialization Accelerator (MICA) Network, creada en 2021 y liderada por el CEMI. La MICA opera como una red nacional que conecta empresas mineras, proveedores, centros de investigación y universidades, y tiene el mandato explícito de cerrar la brecha entre el desarrollo tecnológico y su comercialización real en el mercado minero. Su funcionamiento combina tres mecanismos concretos: (a) financiamiento de proyectos de innovación en etapas avanzadas de desarrollo (hasta un 30 % de los costos elegibles, con un tope por proyecto de CAD 500 000, aproximadamente USD 360 000); (b) soporte técnico a través de talleres y orientación especializada; y (c) sesiones de emparejamiento (*matchmaking*) en las que los proveedores presentan soluciones directamente a grandes empresas mineras[78]. Este último mecanismo es especialmente relevante

75 Natural Resources Canada. (1996). *The minerals and metals policy of the Government of Canada: Partnerships for sustainable development*. Minister of Public Works and Government Services Canada. https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/mineralsmetals/pdf/mms-smm/poli-poli/pdf/mmp-eng.pdf

76 Se considera USD/CAD = 0,72 aproximadamente, promedio de tipo de cambio 2025. https://www.exchange-rates.org/es/historial/cad-usd-2025

77 Karpinski, M., & Carré, E. (2026, 4 de febrero). *Canada is set to play a leading role in supplying the world with responsibly produced critical minerals*. International Energy Agency. https://www.iea.org/commentaries/canada-is-set-to-play-a-leading-role-in-supplying-the-world-with-responsibly-produced-critical-minerals

78 Innovation, Science and Economic Development Canada. (2025, 3 de marzo). *Government invests to help accelerate innovation in Canada's mining industry.* Gobierno de Canadá. https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2025/03/government-invests-to-help-accelerate-innovation-in-canadas-mining-industry.html; MICA Network. (s. f.). *Mining Innovation Commercialization Accelerator (MICA)*. https://micanetwork.ca/



para el contexto chileno, ya que aborda directamente la brecha de visibilidad y acceso que impide a los proveedores locales llegar a los compradores relevantes.

Otro caso ilustrativo es Norcat, una organización sin fines de lucro fundada en 1995 que administra un centro subterráneo de minería operativa en el que los proveedores tecnológicos y las pymes pueden desarrollar, probar y demostrar soluciones en condiciones reales de mina, con el apoyo de inversiones públicas[79]. Su relevancia radica precisamente en la infraestructura física: al estar ubicado en una región minera activa, permite realizar pruebas en condiciones operacionales reales, lo que reduce el riesgo de adopción para las empresas mineras[80] [81]. Este modelo responde directamente a la barrera identificada en la experiencia chilena: la ausencia de espacios de prueba como obstáculo para la escalabilidad.

El aprendizaje clave para Chile no es replicar la escala canadiense, sino su lógica: los instrumentos más efectivos no solo fortalecen las capacidades de los proveedores, sino que también intervienen activamente en el cuello de botella, en los incentivos de la demanda para que adopten y escalen la tecnología local. Además, la infraestructura de prueba en condiciones reales es una condición habilitante que Chile aún no tiene a escala suficiente.

79 Federal Economic Development Agency for Northern Ontario (FedNor). (2026, 19 de febrero). *Government of Canada invests over $1.5 million in mining facilities and innovation in Northern Ontario*. Gobierno de Canadá. https://www.canada.ca/en/fednor/news/2026/02/government-of-canada-invests-over-15-million-in-mining-facilities-and-innovation-in-northern-ontario.html

80 Pilotaje.cl. (2021). *Webinar Norcat*. https://pilotaje.cl/wp-content/uploads/2021/06/webinar_norcat.pdf

81 Norcat. (s. f.). *Underground Centre: Technology testing & demonstration*. https://www.norcat.org/underground-centre/technology-testing-demonstration.html

3. Suecia

La experiencia sueca muestra que es posible crear proveedores tecnológicos de clase mundial a partir de una base minera doméstica relativamente acotada, cuando esos proveedores emergen de la interacción prolongada entre clientes mineros sofisticados, capacidades tecnológicas locales y mecanismos estables de innovación. Sandvik y Epiroc son dos ejemplos de proveedores globales líderes en minería que abastecen a más de 150 países[82], incluido Chile.

La principal lección del caso sueco es que los proveedores tecnológicos de alcance global surgen como resultado de un ecosistema de innovación bien estructurado. Este ecosistema se sostiene sobre tres pilares articulados: (a) un ambiente de innovación con colaboración estructurada y financiamiento público estable, (b) una infraestructura de *testbed* permanente en minas activas y (c) proveedores tecnológicos que emergen del sistema, todo ello enmarcado en un país intensivo en I+D y concentrado territorialmente en el norte.

El primer pilar es un ambiente de innovación con colaboración estructurada entre la industria, la academia y el Estado. Suecia ha sido la segunda economía más innovadora del mundo en el Global Innovation Index de la World Intellectual Property Organization (WIPO) en los últimos seis años (2020-2025)[83] e invirtió aproximadamente el 3,6 % de su PIB en I+D en 2024, con cerca de dos tercios del gasto financiado por empresas privadas (frente al 0,39 % que invierte Chile)[84]. Opera un sistema con lógica de triple hélice (industria-academia-Estado), adoptado por la agencia sueca para los Sistemas de Innovación, Vinnova[85], institución que, en conjunto con Formas y la Swedish Energy Agency, financia 17 programas estratégicos de innovación. Uno de estos programas es el Swedish Mining Innovation (originalmente SIP Strim, Strategic Innovation Programme for the Swedish Mining and Metal Producing Industry), destinado al sector minero, con una inversión gubernamental de SEK 8000 millones, ciclos de hasta 12 años y cofinanciamiento equivalente[86]. Las empresas mineras, los proveedores, las universidades y los institutos codesarrollan una agenda estratégica común que se va evaluando cada tres años. Además, el programa está articulado con la Luleå University of Technology, institución sueca líder en investigación minera[87].

82 Epiroc AB. (2025, 20 de marzo). *Epiroc publishes Annual and Sustainability Report for 2024* [Nota de prensa]. https://www.epirocgroup.com/en/media/corporate-press-releases/2025/20250320-epiroc-publishes-annual-and-sustainability-report-for-2024

83 World Intellectual Property Organization (WIPO). (2025). *Global Innovation Index 2025: Sweden*. https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2025/se.pdf

84 Eurostat. (s. f.). *R&D expenditure*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=R%26D_expenditure; World Bank. (s. f.). *Research and development expenditure (% of GDP) – Chile*. https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=CL

85 Meyer, M., Kuusisto, J., Grant, K., De Silva, M., Flowers, S., & Choksy, U. (2019). Towards new triple helix organisations? A comparative study of competence centres as knowledge, consensus and innovation spaces. *R&D Management*, *49*(4), 555-573. https://doi.org/10.1111/radm.12342

86 Swedish Mining Innovation. (s. f.-a). *Successful evaluation of SIP Strim recommends continued financing.* https://www.swedishmininginnovation.se/news/successful-evaluation-of-sip-strim-recommends-continued-financing/; Energimyndigheten. (s. f.). *Strategic innovation programmes*. https://www.energimyndigheten.se/en/innovations-r--d/strategic-innovation-programmes/

87 Swedish Mining Innovation. (s. f.-b). *LTU Business partner in Swedish Mining Innovation.* https://www.swedishmininginnovation.se/news/ltu-business-partner-in-swedish-mining-innovation/

Así, el norte de Suecia (Norrbotten) funciona como un sistema integrado en el que minas, ciudades mineras (Kiruna, Gällivare/Malmberget y Luleå), ferrocarril, puertos y centros de investigación operan con proximidad física, lo que facilita la interacción continua[88].

El segundo pilar es una infraestructura permanente de *testbed* en minas activas, con apoyo público, presente tanto en empresas mineras estatales como privadas. La empresa minera estatal LKAB opera desde 2018 el *testbed* Sustainable Underground Mining (SUM) en sus minas activas de Kiruna y Malmberget, en colaboración con el Grupo Volvo, ABB, Epiroc, Combitech y Sandvik[89]. Paralelamente, la empresa minera privada Boliden opera *testbeds* en sus operaciones, que incluyeron el primer despliegue mundial de red 5G subterránea y pilotos de electrificación y automatización, también con apoyo estatal y en colaboración con Ericsson, Telia, ABB, Epiroc, Sandvik y otros proveedores[90]. Esta coexistencia muestra el papel del Estado sueco como habilitador de coordinación y financiador de proyectos de innovación alineados con los objetivos de la política pública (transición energética, descarbonización y autonomía minera).

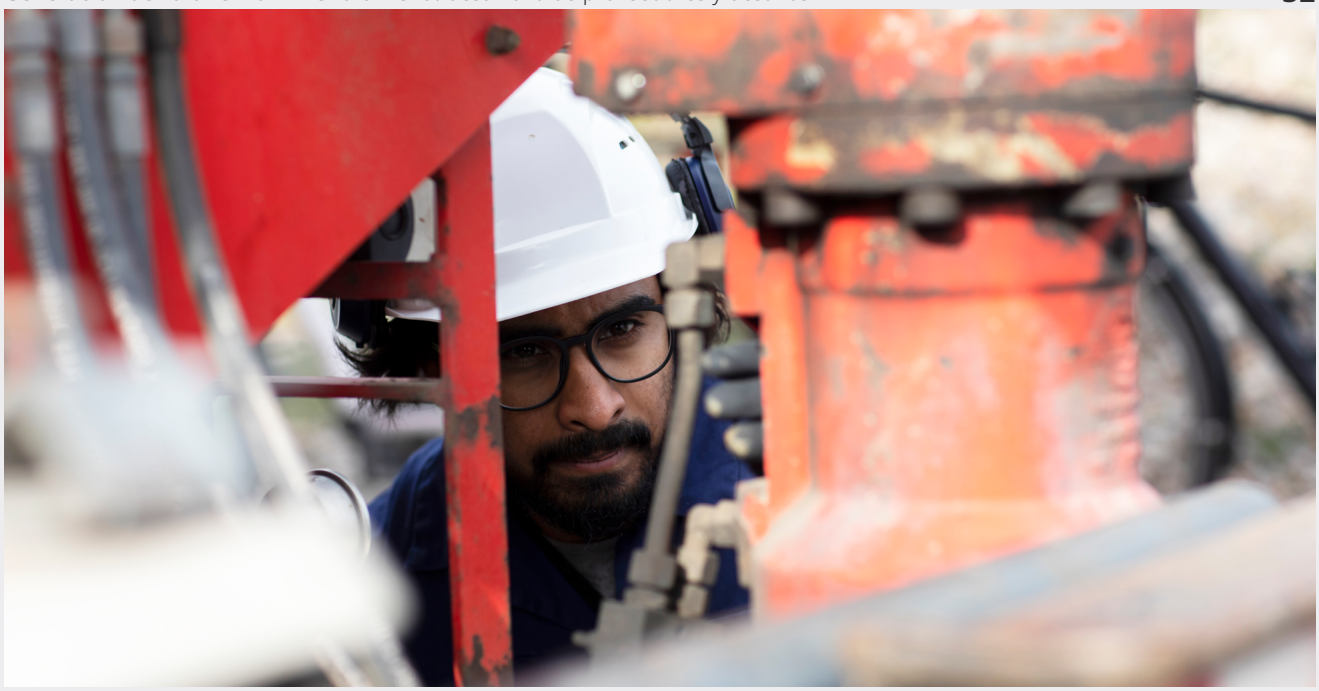
El tercer pilar son los proveedores tecnológicos surgidos del ecosistema. Sandvik y Atlas Copco, dos de sus principales proveedores, crecieron desarrollando soluciones para problemas concretos de la minería subterránea sueca. Por ejemplo, en 1936 desarrollaron conjuntamente el "método sueco" de perforación de roca, que se convirtió en un producto exportable a nivel mundial. En 2003, el 98 % de los ingresos de Atlas Copco provenía de fuera de Suecia[91]. La internacionalización fue una consecuencia de un mercado doméstico pequeño, una base de clientes mineros que exigía soluciones avanzadas y un entorno institucional que facilitaba la inversión sostenida en I+D.

88 Rizzo, A., Sjöholm, J., & Luciani, A. (2024). Smart(en) ing the Arctic city? The cases of Kiruna and Malmberget in Sweden. *European Planning Studies*, *32*(1), 59-77. https://doi.org/10.1080/09654313.2023.2217850

89 IMQS. (s. f.). *Sustainable Underground Mining*. https://imqs.ie/news/sustainable-underground-mining/

90 Boliden. (s. f.). *Climate-smart mining* [Estudio de caso]. https://www.boliden.com/sustainability/case-studies/climate-smart/

91 Atlas Copco. (2004, 22 de septiembre). *Atlas Copco inaugurates Rock Reinforcement Competence Center* [Nota de prensa]. GlobeNewswire. https://www.globenewswire.com/news-release/2004/09/22/315964/64224/en/Atlas-Copco-Inaugurates-Rock-Reinforcement-Competence-Center.html



Para Chile, la lección central del caso sueco es la necesidad de un sistema permanente de innovación minera en el que el Estado actúe como habilitador y financiador, ejerciendo un liderazgo industrial y manteniendo una vinculación formal con las universidades regionales dedicadas a la minería. Esta lógica se materializa, entre otros instrumentos, en *testbeds* permanentes en minas activas que articulan a empresas mineras, proveedores e instituciones de investigación en torno a problemas operacionales concretos. Esta lectura apunta a pasar de "fomentar proveedores" como objetivo aislado a resolver problemas operacionales complejos como motor de desarrollo de proveedores, dejando que la exportabilidad emerja como consecuencia.

En síntesis, los tres casos muestran que el desarrollo de proveedores mineros no fue el resultado de un programa específico, sino de una infraestructura institucional sostenida en el tiempo, con instrumentos que actúan simultáneamente sobre la oferta y la demanda, y con presencia territorial anclada en las regiones mineras. Esta configuración no puede replicarse mecánicamente en Chile, ya que las condiciones habilitantes son distintas, pero sí ofrece un marco para las recomendaciones que se desarrollan a continuación, orientadas a construir gradualmente esa infraestructura ausente.

Recomendaciones

1. Clúster: fortalecer la institucionalidad territorial

La minería es una actividad intrínsecamente territorial, ya que opera en regiones específicas y genera impactos, empleos y demandas centrados en ellas. Sin embargo, la política de proveedores en Chile ha sido predominantemente nacional en su diseño, lo que ha tendido a reforzar la concentración de la actividad proveedora en la Región Metropolitana y a desaprovechar el potencial de encadenamientos en las propias regiones mineras. Un enfoque de clúster territorial es importante porque la proximidad entre empresas mineras, proveedores, universidades y centros de investigación facilita la transferencia de conocimiento, reduce los tiempos de respuesta, fortalece la licencia social para operar y permite que los beneficios de la actividad minera se distribuyan de forma más equitativa en los territorios que la albergan. Algunas recomendaciones van en línea con:

Institucionalizar los objetivos de desarrollo de proveedores en marcos de políticas más estables

Uno de los principales problemas de las políticas implementadas en Chile ha sido su discontinuidad, con programas que cambian de enfoque o desaparecen en distintos ciclos de la política pública. Para evitar esta inconsistencia dinámica, los objetivos de desarrollo de proveedores deberían integrarse en marcos institucionales más estables, acompañados de sistemas de evaluación independientes que permitan monitorear los resultados y ajustar los instrumentos con el tiempo. La experiencia internacional muestra que las políticas de contenido local requieren capacidades institucionales sostenidas para ser efectivas[92] [93]. En Chile, esto implicaría dotar a la Estrategia para el Desarrollo de Proveedores Mineros 2026-2030 de un mecanismo de evaluación independiente con resultados públicos anuales y establecer que la Mesa Nacional de Desarrollo de Proveedores, por ejemplo, tenga un mandato explícito de continuidad más allá del ciclo de gobierno, con financiamiento garantizado.

Territorializar los instrumentos, con foco en regiones mineras

La literatura internacional muestra que las políticas de contenido local son más efectivas cuando se articulan con estrategias de desarrollo regional y con instituciones capaces de sostener estos esfuerzos en el tiempo. En Chile, pese a que la actividad minera se concentra en las regiones del norte, muchas de las iniciativas de política se diseñan y coordinan desde el nivel central. Avanzar hacia un enfoque más territorial implica fortalecer las capacidades institucionales de las regiones mineras y adaptar los instrumentos a las características productivas y empresariales de cada territorio[94].

92 IGF (2018a); Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

93 Labó Fossa (2022).

94 IGF (2018a); Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

Fortalecer el nivel regional supone un triple desafío institucional. Por un lado, si bien la consolidación de los Gobiernos regionales electos y la implementación progresiva de los Comités de Desarrollo Productivo Regional (CDPR) representan un avance relevante hacia la descentralización, este proceso aún está en evolución. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)[95] ha señalado que la elección de gobernadores regionales desde 2021, con nuevas atribuciones en estrategias de inversión y planificación territorial, abre una oportunidad para adaptar mejor las políticas nacionales y regionales a las necesidades locales, pero es necesario fortalecer las capacidades institucionales regionales para que esto se materialice. Para que estas instancias sean efectivas en el sector minero, es necesario que pasen de un papel principalmente ejecutor o asignador a uno con autonomía para diseñar instrumentos que les permitan adaptar los programas de desarrollo de proveedores a las brechas productivas de cada territorio.

Por otro lado, es necesario consolidar gobernanzas territoriales permanentes, como los clústeres mineros regionales. En este sentido, la CCMRA es el referente más avanzado en Chile, ya que articula de manera sostenida a las grandes empresas, los proveedores pymes y las universidades regionales. La experiencia previa muestra la dificultad de este desafío: la propia OCDE constata que las iniciativas de la CCMRA, en sus distintas formas, no han logrado unificar las acciones de apoyo ni las compras locales de las empresas mineras y que experiencias como Calama Plus se han visto limitadas por estructuras de gobernanza con poder de decisión desigual entre los distintos actores. A esta dificultad se suma una limitación estructural: los Gobiernos regionales carecen de instrumentos de financiamiento propios para iniciativas de desarrollo económico y las gobernanzas de clúster, al no contar con un estatus institucional formal, se han enfrentado a barreras para acceder a los fondos nacionales de fomento.

Por último, para avanzar hacia un enfoque territorial, es necesario alinear efectivamente las estrategias regionales con el diseño de los instrumentos nacionales. En la actualidad, las agencias que concentran el fomento productivo y la innovación (Corfo y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, ANID) operan con un diseño predominantemente centralizado y las prioridades definidas en las estrategias regionales (como la Estrategia Minera Regional de Antofagasta, EMRA) no siempre se traducen en las convocatorias, los criterios de selección o los desafíos tecnológicos financiados. Fortalecer este vínculo implica que las hojas de ruta regionales orienten parte de las prioridades de los programas de desarrollo de proveedores, que las convocatorias permitan incorporar desafíos tecnológicos específicos de cada región minera y que las agencias nacionales fortalezcan sus capacidades institucionales a nivel regional para coordinar con los Gobiernos regionales en la identificación de necesidades y el diseño de instrumentos[96].

95 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *Mining regions and cities in the Region of Antofagasta, Chile: Towards a regional mining strategy* (OECD Rural Studies). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/336e2d2f-en

96 OECD (2023); Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

Fortalecer la coordinación entre instituciones públicas y actores privados

La evidencia sobre encadenamientos productivos asociados a recursos naturales destaca que la colaboración entre empresas, universidades, centros tecnológicos y proveedores es clave para desarrollar nuevas capacidades industriales[97]. Diversos países han impulsado plataformas de colaboración que articulan a estos actores para resolver desafíos tecnológicos de la industria y generar capacidades exportables. Más que un programa aislado, la experiencia comparada sugiere avanzar hacia un sistema de innovación sostenido en el tiempo, con una institucionalidad estable y un financiamiento articulado.

En Chile, esta función de articulación no ha recaído de manera estable en una única institución, sino que ha variado con el tiempo entre distintos organismos, principalmente Corfo y sus programas estratégicos, la Corporación Alta Ley y el Ministerio de Minería, con la Estrategia para el Desarrollo de Proveedores Mineros 2026-2030, por ejemplo. Esta multiplicidad de articuladores, con distintos mandatos y horizontes temporales, plantea el desafío de sostener la coordinación de manera continua y coherente. Independientemente de la institución que asuma este papel, lo relevante es garantizar la continuidad del mandato, la estabilidad del financiamiento y la claridad de las atribuciones, de modo que la articulación público-privada no se reinicie con cada ciclo político ni se fragmente entre organismos con prioridades distintas.

Por último, las políticas de desarrollo de proveedores pueden funcionar como un puente hacia estrategias más amplias de diversificación productiva regional, de modo que las empresas que se consolidan en la cadena minera puedan posteriormente expandir sus capacidades hacia otros sectores[98].

Fortalecer el capital humano

Un habilitador transversal de todas estas medidas es el capital humano técnico especializado. Una limitación documentada del ecosistema chileno es que los profesionales e ingenieros con experiencia minera tienden a emplearse en las grandes empresas mineras, no en las empresas proveedoras, lo que restringe la capacidad de estas últimas para innovar y escalar. A esto se suman deficiencias en capacidades gerenciales y de comercialización dentro de las propias empresas proveedoras[99]. En otros ecosistemas mineros, este desafío se ha abordado vinculando la formación especializada directamente a los programas de innovación: los Cooperative Research Centres (CRC) australianos y el CEMI canadiense forman capital humano técnico en colaboración con la industria, asegurando que los egresados tengan experiencia práctica en contextos mineros reales y vínculos con empresas proveedoras. Para Chile, fortalecer programas de formación técnica orientados específicamente a proveedores, no solo a la operación minera, y generar incentivos para que los profesionales calificados trabajen en empresas de menor tamaño son condiciones

97 Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

98 IGF (2018a).

99 Navarro (2018).

necesarias para que los instrumentos de desarrollo tecnológico tengan un impacto real[100].

Divulgación de las políticas corporativas de contenido local y desarrollo de proveedores, compras locales y resultados de estas

La publicación sistemática de políticas, metas y resultados de compras locales puede contribuir a mejorar la información sobre la demanda de la industria, empoderar a los proveedores y aumentar la confianza entre las empresas y sus comunidades de interés, además de facilitar el seguimiento tanto para la empresa como para los Gobiernos[101]. El estudio de Mining Shared Value (2025)[102] encontró una clara correlación entre una mayor formalización de las políticas corporativas de compras locales y la implementación de procesos de compras locales más exhaustivos en proyectos y operaciones mineras.

Experiencias como los Australian Industry Participation Plans[103] [104], descritos en la sección anterior, muestran que este tipo de reporte puede institucionalizarse como condición de operación. Por ejemplo, esta información podría incluirse en los informes de sostenibilidad o elaborarse en informes específicos sobre la demanda anual de bienes y servicios locales, lo que podría ser una orientación valiosa para el ecosistema de proveedores (local y nacional).

Complementariamente, los acuerdos de desarrollo comunitario (*community development agreements*, CDA) pueden utilizarse como un instrumento flexible para incorporar compromisos de compras locales en cada operación minera, sin necesidad de una regulación uniforme a nivel nacional. Su carácter negociado permite diseñar soluciones adaptadas a las características de cada territorio y proyecto, y pueden incluir compromisos concretos de empleo local, compras a proveedores regionales y programas de desarrollo de capacidades[105] [106]. Sin embargo, estos instrumentos requieren una calibración cuidadosa: compromisos excesivamente ambiciosos o mal diseñados pueden aumentar los costos operacionales, afectar la viabilidad de los proyectos y reducir los ingresos fiscales. La experiencia de Ghana ilustra una alternativa: comenzar con compromisos modestos acordados con las empresas e incrementarlos gradualmente con el tiempo, lo que reduce la resistencia inicial y permite que las capacidades locales se desarrollen al ritmo de las exigencias[107].

100 Bravo-Ortega & Muñoz (2021); Calzada Olvera, B. (2022). Innovation in mining: What are the challenges and opportunities along the value chain for Latin American suppliers? *Mineral Economics*, *35*(1), 35-51. https://doi.org/10.1007/s13563-021-00251-w; Anzolin & Pietrobelli (2025).

101 IGF (2018a); Geipel, J., Vásquez, G., & Alarcón, T. (2025). *Assessing local procurement practices in the gold mining sector*. Mining Shared Value, Engineers Without Borders Canada & World Gold Council. https://miningsharedvalue.org/publications

102 Geipel *et al*. (2025).

103 Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF). (2018b). *Australia: Upstream linkages — Fostering local procurement through regulation and local incentives*. IISD. https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/case-study-australia-upstream-linkages.pdf

104 Australian Government, Department of Industry. (s. f.). *Australian Industry Participation*. https://www.industry.gov.au/major-projects-and-procurement/australian-industry-participation/major-projects-establish-or-upgrade-australian-facilities

105 Geipel, J., & Hetherington, D. (2018). *Local content policy: What works*, what doesn't work. Business Environment Reform Facility (BERF), DFID. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5c7d425aed915d4063af98df/BERF-Zimbabwe-What-Works-in-Local-Content-Policy-30Oct18.pdf

106 IGF (2018a).

107 Ghana Chamber of Mines. (s. f.). *Local content*. https://ghanachamberofmines.org/media-centre/local-content/

2. Innovación: escalar del piloto al contrato, con universidades

En minería, buena parte de la innovación proviene de los proveedores, ya que son quienes desarrollan y adaptan las soluciones tecnológicas que la industria requiere para hacer frente a desafíos como la caída de las leyes del mineral, las mayores exigencias ambientales y la presión por mayor productividad. Fortalecer la capacidad innovadora de los proveedores es, por tanto, doblemente estratégico: por un lado, contribuye a una minería más productiva y sostenible y, por otro, permite construir un ecosistema de proveedores más sofisticado, capaz de resolver los problemas de la industria y, eventualmente, de exportar sus soluciones. Así, Chile podría avanzar desde una economía que exporta principalmente materias primas hasta una que también exporta bienes, servicios, tecnología y conocimiento asociados a la minería.

Institucionalizar el modelo de desafíos tecnológicos con compromisos de compra

Los programas de desarrollo de proveedores facilitan la incorporación de empresas locales en las cadenas de suministro mediante capacitación, certificación y acompañamiento técnico, generando transferencia de capacidades tecnológicas y organizacionales que fortalecen la confianza entre los actores[108] y crean condiciones para vínculos industriales más duraderos[109] [110]. Chile tiene experiencia acumulada en este tipo de instrumentos con el PPCM y Expande. El problema no fue el modelo, que en teoría es el más efectivo para que nuevas soluciones se implementen en la operación minera[111], sino su diseño: escala insuficiente. Los programas deben incluir en el diseño mecanismos de *testing* y de adopción comercial pospiloto.

Una dimensión por resolver es la calidad de la comunicación entre las empresas mineras y los proveedores en la fase de formulación de los desafíos. La comunicación deficiente genera "incompetencia honesta", donde las fallas interpretativas de especificaciones, no técnicas, impiden soluciones efectivas[112] [113]. Esta lectura coincide con lo que los propios proveedores señalan: según la Encuesta de Innovación en Empresas Proveedoras de la Minería de Cochilco, el 49 % considera que la mejor forma de conocer las necesidades de sus clientes mineros es mediante una relación de trabajo estrecha y continua, y el 23 %, mediante información directa y periódica de los propios clientes; es decir, tres cuartas partes identifican el vínculo directo como condición para operar bien[114]. Esto sugiere que rediseñar desafíos requiere adoptar el *pre-commercial procurement* (PCP): un codiseño formal previo más

108 IGF (2018a).

109 Korinek & Ramdoo (2017).

110 Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

111 *El Diario Financiero*. (2026, 24 de abril). *Operación remota y proveedores del ecosistema minero* [Suplemento]. https://www.df.cl/noticias/site/docs/20260423/20260423201904/suplemento_20260424.pdf

112 Adjei-Bamfo, P., Djajadikerta, H. G., Jie, F., Brown, K., & Kiani Mavi, R. (2025). Supply chain innovation: A framework of public procurement as a demand-side innovation driver. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *55*(11), 118-143. https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2024-0237

113 Murguía, D., Marín, A., Delbuono, V., & Freytes, C. (2023). *Desarrollo de proveedores para el sector minero: Desafíos institucionales y lineamientos estratégicos de política*. Fundar. https://fund.ar/wp-content/uploads/2023/09/Fundar_Desarrollo-de-proveedores-para-el-sector-minero-2-1.pdf

114 Cochilco (2025).

compromisos de compra tras un piloto exitoso. Este modelo no es ajeno a Chile: Codelco Tech implementó procesos de innovación abierta para resolver desafíos operacionales concretos, logrando resultados en plazos significativamente menores que los procesos tradicionales y a un costo inferior[115]. El desafío es escalar esta lógica e institucionalizarla como práctica sistemática de abastecimiento, no como una iniciativa aislada, con carteras de desafíos, reglas claras de propiedad intelectual y mecanismos de acceso controlado a los datos operacionales[116]. Un ejemplo es el modelo MICA en Canadá, donde hay sesiones en las que los proveedores presentan soluciones directamente a las empresas mineras.

Programas de I+D de las empresas con universidades vinculadas con proveedores

La literatura sobre cadenas de valor mineras señala que las interacciones de los proveedores con universidades y centros de investigación son fundamentales para la innovación y que estas instituciones son esenciales en los países en desarrollo porque proveen los "bienes públicos" de conocimiento que los proveedores no pueden generar por sí solos[117]. Las *spin-offs* universitarias y los emprendimientos de base científica figuran entre las principales vías de entrada de nuevos proveedores al sector[118]. En Chile, sin embargo, este vínculo es débil: el gasto en I+D y el número de investigadores asociados a la minería muestran un rezago significativo frente a países como Australia, las multinacionales realizan poca I+D cerca de sus operaciones y las universidades locales contribuyen escasamente a la industria[119]. El propio Consejo Nacional de Innovación ya había señalado en 2006 su importancia y que la vinculación con las universidades era escasa[120].

La evidencia internacional muestra cómo articular este triángulo. En Australia y Canadá, organismos coordinadores como la CSIRO, cerca de 20 CRC y el Canada Mining Innovation Council crean espacios que comparten el riesgo y el costo de innovar, lo que permite que las soluciones de los proveedores se concreten de forma sistémica. Un matiz relevante es que las universidades se enfrentan a incentivos distintos a los de la industria, lo que reduce su disposición a colaborar si no existen mecanismos que lo promuevan[121]; de ahí la importancia de entidades articuladoras (consorcios tecnológicos, *brokers*, institutos)

115 Ennomotive. (s. f.). *A mining challenge was solved through open innovation at Codelco Tech*. https://www.ennomotive.com/mining-challenge-open-innovation-codelco-tech/

116 De Solminihac, H., & Dagá, A. (2026). *Proveedores de la minería en Chile: Impacto y cadenas de valor* (Documento de Trabajo N.º 159). Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales (Clapes UC). https://clapesuc.cl/investigacion/doc-trabajo-n159-proveedores-de-la-mineria-en-chile-impacto-y-cadenas-de-valor

117 Iizuka, M., Pietrobelli, C., & Vargas, F. (2019). *The potential for innovation in mining value chains: Evidence from Latin America* (UNU-Merit Working Paper N.º 2019-033). https://www.merit.unu.edu/publications/wppdf/2019/wp2019-033.pdf; Molina, O. (2018). Innovation in an unfavorable context: Local mining suppliers in Peru. *Resources Policy*, *58*, 34-48. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.011

118 Pietrobelli, C., Marin, A., & Olivari, J. (2018). Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America. *Resources Policy*, *58*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.05.010

119 Iizuka *et al*. (2019).

120 Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC). (2006). *Informe final*. Asesor del presidente de la República, Gobierno de Chile. https://docs.consejoctci.cl/storage/documentos/pdfs/28.pdf

121 Molina (2018).

como ha destacado el propio CNIC. En la práctica, esto puede traducirse en condicionar el acceso a fondos de innovación a la conformación de consorcios que integren a los tres tipos de actores. Esta es precisamente la lógica del modelo sueco, en el que el financiamiento estatal a la investigación se sustenta en la colaboración entre proveedores, empresas mineras y universidades, y en el que las minas activas operan como bancos de prueba para validar tecnología en condiciones reales[122]. Llevado al caso chileno, implicaría que instrumentos como el crédito tributario a la I+D o los programas de Corfo exijan, como requisito de postulación, que cada proyecto reúna al menos una empresa minera, uno o más proveedores y una universidad o centro de investigación, en lugar de financiar a un solo actor. Este tipo de diseño obliga a construir el vínculo que hoy no surge de forma espontánea y distribuye el riesgo de la innovación entre los participantes.

Infraestructura de prueba para nuevas tecnologías mineras

El acceso a espacios de prueba en condiciones operacionales reales es uno de los factores críticos para el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a la minería[123]. La posibilidad de realizar pruebas piloto permite a los proveedores validar sus soluciones, mejorar sus productos y demostrar su desempeño antes de su adopción a mayor escala. La disponibilidad de infraestructura de pilotaje y prueba puede reducir significativamente una de las principales barreras de entrada para las nuevas tecnologías[124] [125], contribuyendo a aumentar la probabilidad de que las soluciones desarrolladas localmente logren ser adoptadas por la industria minera y posteriormente exportadas a otros mercados. Dos ejemplos internacionales concretos son el centro Norcat Underground Centre, en Canadá, y los *testbeds* de Suecia. En Chile, el Centro Nacional de Pilotaje (CNP) apunta en esa dirección, pero su alcance y accesibilidad para las pymes regionales requieren fortalecimiento.

Fortalecer instrumentos de financiamiento para el escalamiento de empresas tecnológicas vinculadas a la minería

En muchos casos, las empresas proveedoras logran desarrollar tecnologías exitosas en la fase piloto, pero se enfrentan a dificultades para acceder a financiamiento que permita su adopción comercial a mayor escala. Este vacío es especialmente pronunciado en la minería por tres razones documentadas en la literatura: las inversiones en innovación son a largo plazo, los montos involucrados son más altos que en otras industrias y las políticas públicas horizontales no incorporan las particularidades del sector en términos de escala y tiempos de desarrollo[126]. A esto se suma la ausencia de fuentes de capital de riesgo interesadas en este tipo de proyectos y empresas[127]. En Chile existen instrumentos de apoyo horizontal que contribuyen indirectamente a este objetivo.

122 Heredia, F. (2026, 29 de mayo). La fórmula sueca que mira Argentina: Cómo construir una industria de alto valor agregado alrededor de la minería. *Forbes Argentina*. https://www.forbesargentina.com/negocios/la-formula-sueca-mira-argentina-como-construir-una-industria-alto-valor-agregado-alrededor-mineria-n91552

123 Cochilco (2025).

124 Marín & Morales-Villagómez (2025).

125 Calzada Olvera (2022).

126 Bravo-Ortega & Muñoz (2021).

127 Meller & Parodi (2017).

Sin embargo, estos instrumentos no están diseñados para abordar las fallas específicas de escalamiento y adopción tecnológica propias de la industria minera ni para operar cuando ya existe un piloto exitoso, pero falta el financiamiento puente hacia el contrato comercial.

En este contexto, son clave los mecanismos institucionales que permitan compartir el riesgo de innovación entre empresas mineras, proveedores y organismos públicos. Iniciativas como el Canada Mining Innovation Council coordinan proyectos entre empresas, centros tecnológicos y Gobiernos, distribuyen riesgos financieros y aceleran la adopción tecnológica[128]. Complementariamente, MICA apoya proyectos de innovación en etapas avanzadas de desarrollo mediante subvenciones que cubren hasta el 30 % de los costos elegibles del proyecto. De manera similar, los fondos de coinversión público-privados orientados al escalamiento de empresas con pilotos exitosos y un comprador potencial pueden contribuir a alinear los incentivos entre la demanda minera y el desarrollo de proveedores locales. Algunas iniciativas internacionales también facilitan el acceso mediante cartas de intención de compra por parte de empresas mineras o acuerdos con instituciones financieras que reduzcan la incertidumbre sobre la demanda futura[129].

Articular el desarrollo de capacidades locales con la proyección exportadora

El desarrollo de proveedores no debería tener como único objetivo abastecer a la minería chilena, sino también construir capacidades con potencial exportador. La principal limitación radica en un problema de secuencia: es difícil exportar soluciones que no han sido previamente validadas en operaciones locales exigentes. La evidencia internacional muestra que la inserción exportadora de proveedores mineros suele apoyarse en su experiencia como proveedores domésticos, lo que refuerza la necesidad de articular ambas dimensiones[130] [131]. En la práctica, esto implica que los instrumentos de desarrollo de proveedores incorporen, desde etapas tempranas, criterios de competitividad internacional, como estándares, certificaciones y escalabilidad, y que los programas de promoción de exportaciones prioricen empresas que ya hayan validado sus soluciones en el mercado local, utilizando esa validación como señal de calidad frente a compradores externos[132] [133]. A esta condición se suma una barrera adicional identificada por los propios proveedores: según la Encuesta de Innovación en Empresas Proveedoras de la Minería de Cochilco[134], el principal obstáculo para quienes no exportan

128 Calzada Olvera (2022).

129 Korinek & Ramdoo (2017).

130 IGF (2018a).

131 Molina (2018).

132 Rifo, M. (2025, 18 de julio). Chile impulsa internacionalización de proveedores mineros hacia América Latina. *Reporte Minero*. https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2025/07/chile-internacionalizacion-proveedores-mineros-america-latina

133 *Portal Minero*. (2025, 19 de marzo). *Alta Ley lanza Centro de Conocimiento Exportador para apoyar la internacionalización de los proveedores mineros*. https://www.portalminero.com/wp/alta-ley-lanza-centro-de-conocimiento-exportador-para-apoyar-la-internacionalizacion-de-los-proveedores-mineros/

134 Cochilco (2025).

es el desconocimiento de los mercados externos, seguido de las restricciones de financiamiento y logística. Es decir, incluso los proveedores con soluciones validadas se enfrentan a una segunda capa de barreras informativas y de acceso, lo que sugiere que los instrumentos de promoción exportadora deben combinar la validación técnica con inteligencia de mercado, *matching* internacional y apoyo logístico específico. Una mayor articulación entre el desarrollo de capacidades y la internacionalización permitiría diversificar los mercados y avanzar hacia segmentos de mayor contenido tecnológico[135].

3. *Matching*: mejorar el encuentro entre oferta y demanda

La visibilidad de la información y la coordinación con las empresas sobre los procesos de abastecimiento son elementos clave para ampliar la participación de los proveedores locales[136]. En un mercado en el que un número reducido de grandes compañías concentra la demanda frente a un amplio universo de proveedores, las fallas de información no son menores: muchas empresas proveedoras se enfrentan a dificultades para acceder a información sobre oportunidades de compra, requisitos técnicos y procesos de contratación de las empresas mineras, lo que limita su capacidad para anticipar la demanda y desarrollar las capacidades necesarias para competir. Reducir esas asimetrías de información y mejorar el encuentro entre oferta y demanda es condición necesaria para que las capacidades desarrolladas se traduzcan efectivamente en contratos. En este contexto, algunas prácticas que podrían contribuir a mejorar el encuentro entre oferta y demanda, y así mejorar la coordinación del mercado de proveedores, son las siguientes:

Desarrollar sistemas integrados de información sobre proveedores y compras

Los sistemas de monitoreo y reporte constituyen una herramienta clave para mejorar la transparencia y efectividad de las políticas de contenido local[137]. En particular, las plataformas digitales de proveedores pueden contribuir a reducir los costos de búsqueda de información y facilitar el encuentro entre empresas mineras y potenciales proveedores[138]. El estudio de Mining Shared Value (2025) reveló que las empresas que podían rastrear el gasto en más categorías tendían a tener procesos más sofisticados para favorecer y apoyar a los proveedores del país anfitrión y de la comunidad.

En Chile existen iniciativas parciales en esta dirección, como el registro de proveedores Sicep (Sistema de Calificación de Empresas Proveedoras) y los informes de instituciones públicas (sectoriales de Subrei y Cochilco). Sin embargo, Sicep es una institución privada que se centra más en la certificación que en hacer un *matching* o seguimiento sistemático de la participación

135 IGF (2018a).

136 IGF (2018a); Geipel *et al*. (2025).

137 Tordo *et al*. (2013); IGF (2018a).

138 Geipel *et al*. (2025); World Bank. (2012). *Increasing local procurement by the mining industry in West Africa: Road-test version* (Report N.º 66585-AFR). World Bank. http://hdl.handle.net/10986/2724; Murguía *et al*. (2023).

de proveedores nacionales y regionales. Una falla más profunda es que el conocimiento limitado sobre los desafíos operativos de las empresas mineras restringe la capacidad de los proveedores para identificar oportunidades e innovar[139].

Avanzar hacia una plataforma integrada requeriría cubrir tres funciones: (a) registro de las capacidades de los proveedores, (b) publicación de la demanda operacional de las empresas mineras y (c) incorporación de desafíos tecnológicos abiertos que orienten la innovación. Esto se basa en la lógica de la Industry Capability Network (ICN) de Australia y MICA de Canadá, organizaciones respaldadas por el Gobierno que cuentan con consultores técnicos que verifican perfiles y vinculan activamente capacidades locales con grandes proyectos.

Reducir las asimetrías de poder en las relaciones contractuales entre empresas mineras y proveedores

Las políticas centradas solo en la oferta no suelen ser suficientes para que las empresas mineras modifiquen su red establecida de proveedores e integren a los locales[140]: tienden a preferir proveedores internacionales de larga data, lo que genera un *lock-in* tecnológico difícil de contrarrestar. Dado que la interacción es predominantemente transaccional y no colaborativa, con una gobernanza jerárquica de la cadena de valor, los riesgos de innovación terminan siendo absorbidos casi en su totalidad por el proveedor[141], más aún si los mecanismos de protección de la propiedad intelectual son débiles[142]. Intervenir en la demanda implica precisamente revertir esta lógica: crear mecanismos que distribuyan el riesgo de adopción tecnológica entre las empresas mineras y los proveedores, que modifiquen los criterios de evaluación en los procesos de compra y que reduzcan las barreras de entrada para los proveedores locales innovadores[143].

Las diferencias de tamaño y capacidad de negociación entre las grandes empresas mineras y los proveedores generan asimetrías que dificultan la participación de las pequeñas y medianas empresas en las cadenas de suministro del sector[144], como contratos precarios y falta de garantías a largo plazo[145], siendo estas dinámicas barreras clave para el desarrollo de los proveedores[146]. Instrumentos orientados a mejorar la transparencia de los procesos de contratación y a facilitar el acceso de los proveedores a información y asesoría contractual pueden contribuir a equilibrar estas relaciones y a fortalecer la participación de las empresas locales en el sector.

Una vía concreta es intervenir en los procesos de contratación mediante mecanismos como la promoción de *joint ventures* entre proveedores locales y fabricantes de equipos originales (OEM) para facilitar la transferencia tecnológica[147], y la incorporación de cláusulas contractuales

139 Navarro (2018).

140 IGF (2018a).

141 Calzada Olvera (2022).

142 Navarro (2018).

143 Anzolin & Pietrobelli (2025).

144 Gajardo, E. (2025, 11 de agosto). Modelo de proveedores en Chile: "Tres de cada cuatro empleos provienen de empresas como las nuestras". *Mendoza Minera*. https://www.mendozaminera.com/post/el-modelo-de-proveedores-en-chile-tres-de-cada-cuatro-empleos-provienen-de-empresas-como-las-nuest

145 Marín & Morales-Villagómez (2025).

146 Murguía *et al*. (2023).

147 Korinek & Ramdoo (2017).

que protejan la propiedad intelectual[148]. Otro mecanismo relevante es el *unbundling* (fraccionamiento) de contratos para facilitar la participación de pymes, siguiendo el ejemplo de Australia en el marco AIPNF. Este tipo de medida actúa directamente sobre los criterios de compra sin requerir subsidios, pero es precisamente el tipo de instrumento ausente en Chile, donde la política ha tendido a un enfoque liberal y poco intervencionista[149].

148 Ramdoo, I. (2022). *Designing local content policies in mineral-rich countries*. International Institute for Sustainable Development (IISD). https://www.iisd.org/system/files/publications/local-content-policies-mineral-rich-countries.pdf

149 Anzolin & Pietrobelli (2025).



Comentarios finales

Chile cuenta con uno de los ecosistemas de proveedores mineros más desarrollados de América Latina y con una relevante acumulación de aprendizaje en políticas, fruto de más de tres décadas de iniciativas. Precisamente por esa trayectoria, su experiencia ofrece lecciones valiosas, tanto sobre lo que ha funcionado como sobre las fronteras que aún no ha cruzado. Este documento no pretende señalar un fracaso, sino identificar el siguiente paso de un camino ya avanzado: cómo seguir fortaleciendo el ecosistema, prestando especial atención a su consolidación en las regiones mineras.

El análisis del recorrido chileno y de la experiencia comparada permite identificar tres reflexiones centrales que deberían ordenar la agenda futura.

En primer lugar

La demanda es la variable ausente.
Chile ha construido en tres décadas una política robusta desde el punto de vista de la oferta —capacitación, certificación, financiamiento de la I+D, programas de innovación abierta—, pero prácticamente ningún instrumento actúa sobre los criterios con los que las empresas mineras compran. Sin mecanismos que modifiquen los procesos de abastecimiento, distribuyan el riesgo tecnológico entre mandantes y proveedores, y aseguren la transición del piloto al contrato, los avances en el ámbito de la oferta se topan con un techo. La experiencia internacional analizada refuerza este diagnóstico: los ecosistemas más desarrollados combinan instrumentos de ambos lados.

En segundo lugar

El desarrollo de proveedores es también una agenda territorial. La minería opera en regiones específicas con capacidades, brechas y ecosistemas productivos propios, pero la política se ha diseñado y coordinado principalmente desde el nivel central. Esta desconexión ha reforzado la concentración en la Región Metropolitana y ha limitado los encadenamientos productivos donde se genera efectivamente la actividad. Consolidar capacidades institucionales en las regiones mineras y adaptar los instrumentos a sus realidades productivas es condición necesaria para que los beneficios de la actividad se distribuyan de forma más equitativa.

En tercer lugar

El problema no es la ausencia de programas, sino su continuidad y coordinación.
Los casos internacionales analizados muestran que los ecosistemas exitosos se construyeron a lo largo de décadas mediante capas institucionales que se acumularon con continuidad más allá de los ciclos políticos. En Chile, en cambio, la discontinuidad es un patrón recurrente: programas que pierden su financiamiento basal (como Expande), instancias que se debilitan o iniciativas que tardan años en materializarse (como el ITL). Sin un marco institucional estable y evaluado sistemáticamente, incluso las buenas iniciativas terminan teniendo impactos limitados.

Estas tres reflexiones se articulan en torno a tres ejes complementarios: (a) fortalecer la institucionalidad territorial en un enfoque de clúster, (b) escalar del piloto al contrato mediante instrumentos que actúen sobre la oferta y la demanda, (c) mejorar el encuentro entre la oferta y la demanda a través de plataformas y la reducción de asimetrías contractuales. Ninguno de estos ejes es suficiente por sí solo; su valor está en operar de manera articulada.

En el contexto actual, en el que la creciente demanda de minerales críticos abre nuevas oportunidades para los países productores, la relevancia de esta agenda es mayor. La capacidad de Chile para insertarse en estas nuevas cadenas de valor dependerá no solo de la disponibilidad de recursos, sino también de la existencia de un ecosistema de proveedores competitivo, innovador e integrado a los mercados globales. La urgencia es concreta: un ecosistema proveedor que no logre escalar soluciones ni adaptarse a las crecientes exigencias ambientales y tecnológicas corre el riesgo de perder competitividad frente a países que avanzan más rápido en estas materias. Y, en paralelo, la inacción profundiza las brechas territoriales al privar a las regiones mineras de los encadenamientos productivos, el empleo calificado y las capacidades locales que puede generar un ecosistema dinámico. Garantizar que estos actores participen en el diseño de las políticas y tengan acceso real a las oportunidades que genera el sector es condición indispensable para que el desarrollo de proveedores sea sostenible y legítimo a largo plazo[150].

Líneas de trabajo futuras

Un paso natural que plantea este análisis es profundizar en la interconexión entre los instrumentos de desarrollo de proveedores, la planificación territorial y las estrategias nacionales. Hoy, estas tres capas tienden a operar como agendas paralelas —distintas instituciones, distintos horizontes—, pese a que el recorrido chileno y la experiencia internacional muestran que su articulación es condición necesaria para un ecosistema proveedor con arraigo territorial y proyección. Definir los mecanismos concretos de esa articulación —qué institución la conduce, con qué recursos y bajo qué mandato de continuidad— es una agenda especialmente relevante de cara a la implementación de la Estrategia para el Desarrollo de Proveedores Mineros 2026-2030.

150 De Solminihac & Dagá (2026).

Sobre la autora

Cintia Roa es economista. Apoya la implementación estratégica del programa de NRGI en Chile y latinoamérica, con especial énfasis en el análisis económico del sector minero, particularmente del cobre y el litio.

Sobre NRGI

Natural Resource Governance Institute (NRGI) es una organización independiente sin fines de lucro que apoya la toma de decisiones informada e inclusiva sobre los recursos naturales y la transición energética. Trabajamos en alianza con agentes de cambio en los Gobiernos y en la sociedad civil para diseñar e implementar políticas justas basadas en evidencias, así como en las prioridades de los ciudadanos de países en desarrollo ricos en recursos naturales. Más información en: www.resourcegovernance.org

Agradecimientos

Los autores agradecen a sus colegas de NRGI, en particular a Thomas Scurfield, Amir Shafaie, Fernando Patzy, Pedro Zapata, María Paz González, además de Ignacio Godoy y Rodrigo Guerrero por su valioso apoyo, perspectivas y consejos, así como a los equipos comunicaciones y fundraising por hacer posible este informe.

Natural Resource Governance Institute