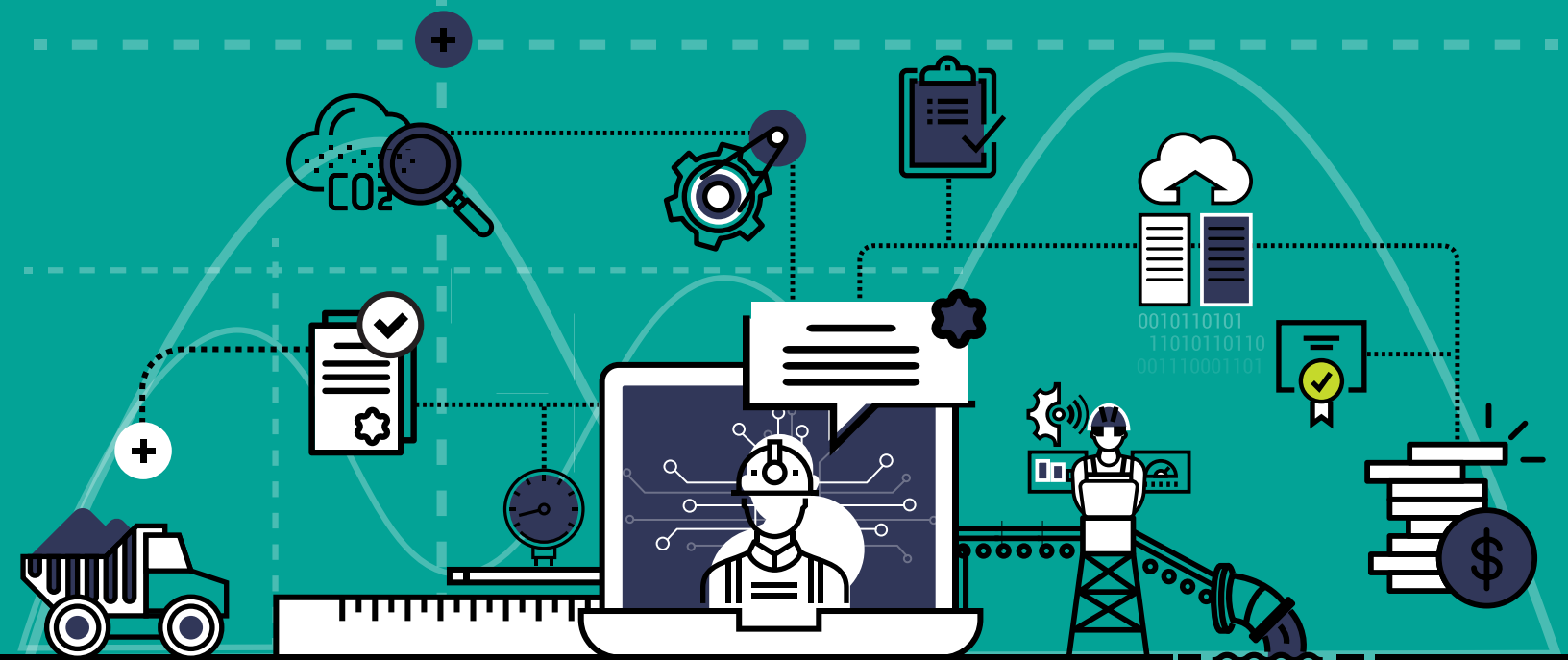


Gobernanza de los clústeres mineros

Los casos de Australia, Chile y el Perú

Ricardo Labó Fossa



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.



www.cep.al.org/es/publications



www.cep.al.org/apps

Gobernanza de los clústeres mineros

Los casos de Australia, Chile y el Perú

Ricardo Labó Fossa



Este documento fue preparado por Ricardo Labó Fossa, Consultor de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco de las actividades de la División y de la fase III del programa Cooperación Regional para la Gestión Sustentable de los Recursos Mineros en los Países Andinos (MINSUS), ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Se agradecen la revisión del documento llevada a cabo por Mauricio León y Orlando Reyes, y los comentarios realizados por Pablo Chauvet y José Luis Lewinsohn, todos ellos funcionarios de la División de Recursos Naturales de la CEPAL.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2022/33
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2022
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.22-00217

Esta publicación debe citarse como: R. Labó Fossa, "Gobernanza de los clústeres mineros: los casos de Australia, Chile y el Perú", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/33), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Introducción	7
I. Metodología y marco conceptual	11
A. Clústeres y gobernanza	11
B. Clústeres e innovación	13
II. Impacto económico y potencial de crecimiento	15
III. Análisis de la gobernanza de los clústeres	19
A. Australia	20
B. Chile	26
C. Perú	32
IV. Cooperación transnacional entre clústeres	37
V. Conclusiones e implicancias generales	39
Bibliografía	41
Cuadros	
Cuadro 1	Presencia descentralizada de proveedores mineros 16
Cuadro 2	Ventas anuales promedio de proveedores mineros 16
Cuadro 3	Proveedores mineros, según origen del capital 17
Cuadro 4	Importancia de la innovación y colaboración para proveedores mineros 17
Cuadro 5	Exportaciones de proveedores mineros, 2020 17
Cuadro 6	Australia: proveedores mineros, según fecha de creación 26

Gráfico

Gráfico 1	Contribución total del sector minero al PBI	16
-----------	---	----

Diagramas

Diagrama 1	Grupo de interés, iniciativas y programas estatales en Australia.....	23
Diagrama 2	Grupos de interés, asociaciones y clústeres privados en Australia	24
Diagrama 3	Grupos de interés, promotores, aceleradores, investigación en Australia	25
Diagrama 4	Grupos de interés, asociaciones gremiales en Australia.....	25
Diagrama 5	Grupos de interés, universidades en Australia	26
Diagrama 6	Grupos de interés, Estado en Chile.....	30
Diagrama 7	Grupos de interés, programas e iniciativas en Chile	30
Diagrama 8	Grupos de interés, asociaciones en Chile	31
Diagrama 9	Grupos de interés, centros de investigación en Chile	31
Diagrama 10	Grupos de interés, universidades en Chile	32
Diagrama 11	Grupos de interés, Estado en el Perú	35
Diagrama 12	Grupos de interés, promotores, aceleradores, clústeres en el Perú	35
Diagrama 13	Grupos de interés, asociaciones gremiales en el Perú.....	36
Diagrama 14	Cooperación transnacional	38

Acrónimos

AMIRA:	Australian Minerals Industry Research Association
AMTC:	Advanced Mining Technology Center
APRIMIN:	Asociación de Proveedores Industriales de la Minería
AUSTRADE:	Australian Trade and Investment Commission
CNID:	Consejo de Innovación para el Desarrollo
CONICYT:	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
CORFO:	Corporación de Fomento de la Producción
CRC:	Cooperative Research Centres
CSIRO:	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
HRT:	Hoja de Ruta Tecnológica
HRT – PTM:	Hoja de Ruta Tecnológica para los Proveedores Tecnológicos de la Minería
I+D:	Investigación y Desarrollo
I+D+I:	Investigación, desarrollo e innovación
IGC:	Industry Growth Centres
IMARC:	International Mining and Resources Conference
METS:	Mining Equipment, Technology and Services
MINEM:	Ministerio de Energía y Minas del Perú
NSR:	National Resources Statement
ONU:	Organización de Naciones Unidas
PBI:	Producto Bruto Interno
PNM:	Política Nacional Minera
SIN:	Sociedad Nacional de Industrias
SMI:	Sustainable Minerals Institute
SONAMI:	Sociedad Nacional de Minería

Introducción

Australia, Chile y Perú son claramente importantes productores mineros a nivel mundial; en cada uno de ellos, la actividad minera tiene un significativo peso específico para sus economías. En el 2019¹, el Producto Bruto Interno (PBI) minero de dichos países representó el 10%, 9.8% y 10.2% del PBI total, respectivamente; asimismo, la minería es un importante contribuidor de inversión, empleo formal, exportaciones e ingresos fiscales en cada uno de ellos (Trade Economics, 2019; COCHILCO, 2019; MINEM, 2019).

En general, la actividad minera, en países con abundantes recursos minerales como los mencionados, ha sido de una u otra manera etiquetada como una de poca creación de valor agregado o catalogada como un sector que se limita a la exportación de minerales sin mayor procesamiento (Labó, 2021). Dicha crítica se ha centrado solo teniendo en cuenta los posibles encadenamientos hacia adelante y algunos impactos macroeconómicos que puede generar dicha actividad, obviándose la gran cadena de valor e impactos que existen a través de los proveedores mineros y el desarrollo tecnológico innovador que ella impulsa y requiere, los cuales pueden desarrollarse a través de las denominadas aglomeraciones o clústeres (Labó, 2021).

Actualmente, la minería está cobrando aún más relevancia por la demanda creciente de ciertos recursos estratégicos que poseen los países en mención, como el cobre y el litio, los cuales son claves para el fomento a nivel mundial de la electro-movilidad y las metas de descarbonización, lo cual supone más y nuevas oportunidades, tanto para un mejor aprovechamiento de los ingresos y rentas de su explotación y exportación, como para continuar fomentando mayores cambios tecnológicos en las cadenas de valor y la generación de mayores encadenamientos locales (León y Muñoz, 2019).

Ciertamente, en el 2019, el PBI generado por los proveedores mineros habría alcanzado el 5.2%, 7% y 4.1% del total, en Australia, Chile y Perú, respectivamente (Austmine, 2019; Expande, 2019; SAMMI, 2021). Asimismo, entre otras características, es importante resaltar que la mayoría de las compañías proveedoras identificadas son micro y pequeñas empresas, lo cual distribuye aún más los potenciales beneficios que se generan (Austmine, 2020; Expande, 2019; SAMMI, 2021). Ello muestra, objetivamente, la actual y potencial generación de valor a través de los proveedores de bienes y servicios en base a clústeres o ecosistemas, así como la alta dependencia de las empresas mineras en los proveedores y como

¹ Si bien existe data más reciente, se toma en cuenta la del 2019 para evitar las distorsiones generadas en la economía mundial y de cada uno de los países por la pandemia COVID-19.

fuentes de innovación (Bergman y Feser, 1999; Calzada y Iizuka, 2020; Giuliani, y otros, 2005). En efecto, la demanda, la interacción y la comunicación formal e informal entre proveedores locales y empresas mineras son esenciales para promover la innovación en el sector (Lindqvist, y otros, 2013). Ciertamente, desde años atrás, en general, los clústeres son vistos como importantes impulsores de competitividad e innovación (Europe INNOVA y PRO INNO Europe, 2008).

Ante ello, los distintos gobiernos de los países en análisis se han planteado, a lo largo de los últimos 20 años, el reto de cómo desarrollar sus economías sobre la base de la actividad minera, pero no sólo como actividad meramente extractiva, sino como generadora de valor e innovación a partir de sus proveedores (Australian Government, 2017; Alta Ley, 2019; Rimay, 2019; SAMMI, 2021).

Si bien contar con una actividad predominante como la minería, demandante de múltiples bienes y servicios para su desarrollo y funcionamiento, en una zona geográfica determinada y por posiblemente varias décadas, es una de las condiciones necesarias y favorables para la posible formación de un clúster (Europe INNOVA y PRO INNO Europe, 2008), ello no garantiza por sí sola el desarrollo automático e inmediato de proveedores nacionales para abastecerla y tampoco el fomento de la innovación. El desarrollo minero de antes de los años 90, tipo enclave, es una muestra de ello; así como el desarrollo desigual que se observa hoy en día en los países en evaluación en cuanto a la contribución de los proveedores mineros al PBI de cada país.

En ese sentido, una importante pregunta que surge y motiva, en parte, el desarrollo de este documento es qué ha ocurrido y está sucediendo o qué ha motivado el desarrollo de proveedores a partir de la actividad minera en Australia, Chile y Perú organizados a través de clústeres; es decir, qué factores y arreglos institucionales se han conjugado para que ello ocurra y cuál es el rol que cumple cada grupo de interés (gobernanza), así como una visión hacia el futuro.

En general, el análisis de desarrollo de clústeres, innovación y su gobernanza es aún más relevante y cobra sentido dado que los clústeres juegan un rol crítico en procesos de innovación entre empresas; y ciertamente, un clúster puede verse como una colección de distintos actores que se complementan e interactúan entre sí (Lindqvist, y otros, 2013), lo cual justamente es, en el sentido amplio, la gobernanza, a la que puede referirse también como a cualquier modo de coordinación de actividades interdependientes (Ybarra y Domenech-Sánchez, 2012).

Si bien existen otros documentos que muestran y analizan el desarrollo de proveedores en los mencionados países, el presente informe trata de mostrar de la forma más didáctica y útil posible para el lector la gobernanza de los clústeres y ecosistemas alrededor de desarrollo de proveedores mineros, sobre la base del desarrollo tecnológico e innovación.

La gobernanza y, en general, los arreglos institucionales que se observan en cada uno de los tres países permiten identificar características y lecciones que permitirían impulsar el desarrollo de clústeres en etapas más incipientes, aunque con la limitante de que en cada país las realidades, formas de trabajo, redes de confianza e interacción público-privada, entre otros, son distintas.

Del análisis realizado, se evidencia que los clústeres o ecosistemas mineros y sus proveedores en los países analizados están en distintas etapas de desarrollo, organización y gobernanza, aunque ello está a su vez ocasionando que se presenten oportunidades de trabajo conjunto y complementariedad entre ellos. Esta diferencia en etapas de desarrollo se debe a los diferentes años en que se inició el impulso tanto público como privado de ellos, así como a la organización y forma de desarrollo político y económico de cada país. Así, se pueden identificar los orígenes en Australia a inicios de los 90, en Chile a mediados de los 2000 y, más recientemente, en el Perú a partir del 2017 (Austmine, 2020; Alta Ley, 2019; Labó, 2021).

Como se ha mencionado, se observa que el desarrollo de proveedores mineros en cada uno de dichos países está en distinto estado de desarrollo, pero se está distinguiendo una creciente interacción e incluso sinergias entre las empresas, proveedores e instituciones involucradas de los distintos países, aunque tal vez con distintos objetivos (SAMMI, 2021). Así, por ejemplo, mientras que en Australia gran

parte de los actuales esfuerzos están en la búsqueda de incrementar el acceso a mercados internacionales, incluidos Chile y Perú, el Perú, en cambio, se encuentra recién en las etapas iniciales de generar los espacios de interacción interna entre empresas mineras y potenciales proveedores, así como el involucramiento de otros grupos de interés, incluyendo el propio Estado. Ciertamente, el desarrollo de proveedores está pasando de una etapa de desarrollo interno a una de colaboración transnacional entre países, aunque definitivamente no debe perderse de vista los intereses particulares legítimos que tiene cada empresa y país en promover lo mejor para cada uno de ellos.

Se encuentra también que, debido a la particularidad geológica de cada país, así como el tiempo de desarrollo de su actividad minera, se han dado y existen oportunidades de intercambios o de desarrollo tecnológico e innovación conjunto en beneficio de los países y minería en general. Así, por ejemplo, los desarrollos tecnológicos de procesamiento de yacimientos de baja ley, con alto contenido de impurezas y a grandes profundidades que se está dando en Chile, debido a las características y antigüedad de algunos de sus yacimientos cupríferos, beneficiarán al Perú en un futuro, el cual cuenta con minas de cobre en etapas más temprana de explotación. Asimismo, un tema de preocupación transversal está relacionado con el buen manejo de las presas de relaves, por lo que los estudios y desarrollo tecnológico relacionados con la estabilidad física e impacto ambiental (por el manejo de efluentes) y reaprovechamiento que se realicen tendrán un beneficio para los tres países y el mundo en general (Alta Ley, 2019).

Australia ya pasó por la etapa de buscar que sus proveedores (o compañías de *Mining Equipment, Technology and Services* – METS) se interrelacionen inicialmente con las empresas mineras, impulsar innovación e interacción con múltiples grupos de interés y ahora se encuentra centrada sobre todo en la búsqueda de expandir sus mercados fuera de las fronteras del país. Australia ha desarrollado sus clústeres no solo sobre una base de concentración geográfica, pero también temática, con el objetivo de resolver desafíos específicos, pero a la vez comunes para las empresas mineras (Austmine, 2020).

Chile, por su parte, claramente ha tratado de seguir el camino australiano, y ahora está muy enfocado en la investigación, desarrollo tecnológico e innovación de una serie de beneficios; sus proveedores, a su vez, tienen una gran dependencia en el mercado minero peruano (Expande, 2018). Perú, en cambio, se muestra como el más joven desarrollo de todos, encontrándose en una etapa de consolidación de las interrelaciones con las empresas mineras y también muy centrado en la innovación abierta, pero en constante búsqueda de trabajar en conjunto con las experiencias de Chile y Australia (SAMMI, 2021).

Sobre la base de los hallazgos en cada uno de los países analizados, el presente documento permite mostrar las bases mínimas de gobernanza que se requerirían para el desarrollo de clústeres mineros e impulso de innovación a partir de ellos. Entre ellas, se encuentran la necesidad de contar con políticas, estrategias y visiones de largo plazo; la interacción continua y generación de redes de confianza entre los grupos de interés, la participación público-privada, la constante generación de información y medición, constancia en el tiempo, sobre todo para el impulso de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I), entre otras, lo cual permite esbozar sugerencias iniciales y generales de políticas públicas.

I. Metodología y marco conceptual

Para desarrollar este documento, se ha realizado una revisión detallada de las diversas publicaciones disponibles de manera virtual de múltiples instituciones públicas y privadas relacionadas con clústeres y el impulso del desarrollo de proveedores mineros, sobre una base tecnológica e innovación, en los tres países incluidos en el análisis y otras regiones, de por lo menos las últimas dos décadas. Ello contiene, entre otros, documentos de política, páginas web de instituciones, legislación, normativa, documentos de investigación y otras publicaciones de autores independientes e instituciones públicas y privadas, tanto en inglés como en español. El detalle de los documentos consultados se puede encontrar en la sección bibliográfica.

Por simplicidad, en ese documento se utiliza el término proveedores mineros y METS indistintamente.

A continuación, se presenta la base conceptual obtenida de la revisión realizada de la literatura considerada más relevante para el desarrollo y análisis del presente documento, mostrando la relación entre clústeres, gobernanza e innovación.

A. Clústeres y gobernanza

La gobernanza es un concepto con múltiples significados (León y Muñoz, 2019). En el contexto de desarrollo de proveedores y clústeres mineros, analizar la gobernanza para los países considerados cobra aún mayor sentido y relevancia dado que, según el documento desarrollado por Europe INNOVA y PRO INNO Europe (2008), parte de la naturaleza de los clústeres es facilitar tanto intensa competencia e interacción como cercana cooperación; asimismo, estos se caracterizan porque en el tiempo desarrollan una serie de normas, instituciones, redes y confianza bajo una especie de arreglo institucional, lo cual se puede entender como que ellos generan su propia gobernanza durante el mismo proceso de su evolución. Además, menciona que, justamente, la intensidad de los contactos e intercambio de información, conocimiento (*know-how*) y habilidades técnicas dentro los clústeres puede derivar en desarrollo tecnológicos y de nuevas y creativas ideas, diseños, productos, servicios y conceptos de negocio que mejoran el desempeño innovador de las empresas, lo cual se verá en más detalle en la siguiente sección. Asimismo, las aportaciones originales a la teoría de los distritos industriales y de los clústeres productivos otorgan un papel relevante a la acción colectiva de las empresas e instituciones (Ybarra y Domenech-Sánchez, 2012), y debe tenerse en cuenta, que los clústeres no son estables, sino que cambian continuamente.

Existe diversa literatura desde la década de los noventa enfocada en la gobernanza de redes, la cual define a una red como una forma de gobernanza y se aplica a situaciones económicas donde la organización de producción no está internalizada dentro de la empresa, sino que está organizada externamente a través de una red de compradores y vendedores, como los denominados distritos industriales italianos o los clústeres de Porter (De Propriis y Wei, 2007).

Por su parte, teniendo en cuenta la economía de costos de transacción, es interesante tener en cuenta que también se ha identificado diversas estructuras de gobernanza de acuerdo con la naturaleza de las transacciones empresariales en clústeres, encontrando relaciones tipo de mercado, recurrentes, interdependientes, cuasi-integradas y relaciones formalmente integradas (Hemmert, 1999). Asimismo, se pueden encontrar diversos tipos de sistemas de producción en términos de gobernanza, desde distritos industriales a clústeres monopsónicos (De Propriis, 2001). Y tomando en cuenta la configuración de las empresas, su grado de orientación externa y la estructura de gobernanza, se pueden identificar también cuatro tipos de distritos industriales: los denominados Marshallianos, los tipos distrito rueda (*hub and spoke*), la plataforma satélite y “anclado en el Estado” (Markusen, 1996).

Por otro lado, de forma más general, se puede entender como gobernanza a los procesos de gobierno, instituciones, procedimientos y prácticas mediante los que se deciden y regulan los asuntos que atañen, en este caso, al desarrollo de proveedores mineros. Según la Organización de Naciones Unidas (ONU)², la gobernanza es el proceso de adopción de decisiones y el proceso mediante el cual se aplican o no tales decisiones. La gobernanza es también el proceso de toma de decisiones y el proceso mediante el cual se implementan las decisiones, por lo cual un análisis de la gobernanza se centra en los actores formales e informales involucrados en la toma de decisiones y la implementación de las decisiones tomadas y las estructuras formales e informales que se han establecido en lugar para llegar e implementar la decisión.

Asimismo, la gobernanza se refiere a las interacciones entre estructuras, procesos y tradiciones que determinan cómo se ejerce el poder y las responsabilidades, cómo se toman las decisiones y cómo intervienen los diversos actores y grupos de interés. Así incluye los mecanismos, procesos e instituciones mediante los cuales los involucrados expresan sus intereses, ejercen sus derechos, satisfacen sus obligaciones y resuelven sus diferencias. La gobernanza es, en ese sentido, el medio a través del cual los grupos de interés definen sus metas y prioridades y avanza hacia la cooperación, ya sea global, regional, nacional o local. Los sistemas de gobernanza pueden expresarse a través de marcos políticos y jurídicos, instituciones, estrategias y planes de acción, entre otros.

Los mecanismos y sistemas de gobernanza varían entre los países, dependiendo de sus características y de sus marcos políticos y socioeconómicos. Estos mecanismos no son estáticos y cambian a lo largo del tiempo ya sea para mejorar o debilitar los procesos de gobernanza.

La gobernanza también puede ser entendida como cualquier modo de coordinación de actividades interdependientes aunque centrada a la heterarquía (o auto-organización), lo que incluye las redes interpersonales, la coordinación negociada entre organizaciones o el gobierno sistémico mediado por el contexto; ello necesariamente supone la dirección auto-organizada de múltiples agencias, instituciones y sistemas que son operacionalmente autónomos unos de otros, pero estructuralmente acoplados por su mutua interdependencia (Jessop, 1999).

Para el presente análisis, se ha tomado en cuenta también, de forma general y referencial, el modelo desarrollado a través de CEPAL (León y Muñoz, 2019), el cual busca explicar el cambio observado en las reglas institucionales, en este caso relacionado con el desarrollo de proveedores mineros a través de clústeres. Ciertamente, como señala dicho documento, la transformación de las reglas institucionales que resuelven un problema colectivo responde a un proceso de gobernanza específico, es decir, a la interacción entre actores, públicos y privados, nacionales e internacionales, con intereses y visiones distintas, que disponen y movilizan diferentes tipos de recursos para intentar influir en las decisiones, en

² Adaptado de <https://www.iucn.org/node/31404>; <https://www.unodc.org/e4j/es/anti-corruption/module-2/key-issues/what-is-governance.html>; <https://www.unescap.org/sites/default/files/good-governance.pdf>; y <https://iog.ca/what-is-governance/>.

función de otro tipo de reglas institucionales que condicionan las oportunidades de actuar de los actores. En términos analíticos, señala también, la gobernanza se refiere a la capacidad colectiva de gobernar, es decir, gobernar con la incorporación en el proceso decisional de otros actores, además del Gobierno.

B. Clústeres e innovación

Ciertamente, el concepto de clúster no es algo nuevo, siendo este entendido como la descripción moderna del largamente observado fenómeno de concentración de actividades económicas, el cual es ampliamente considerado como un importante factor del desarrollo económico (Europe INNOVA y PRO INNO Europe, 2008). El concepto es descrito desde Marshall (1890), pasando por Schumpeter (1939), luego Becattinni (1979) y los distritos industriales, hasta Porter (1990) y su modelo de diamante de ventaja competitiva, bajo el cual la concentración de actividades económicas en clústeres es vista como resultado de ventajas comparativas de empresas en encontrar nuevas y mejores formas de competir en una industria y brindar innovación de manera más rápida al mercado. Así, se podría decir que la relación entre clústeres e innovación es intrínseca a su definición, aunque no del todo inherente.

El concepto de clústeres, generalmente, compromete tres dimensiones importantes (Europe INNOVA y PRO INNO Europe, 2008):

- i) Los clústeres son concentraciones geográficas de firmas especializadas, fuerza laboral con habilidades y competencias avanzadas, e instituciones de apoyo que incrementa el flujo y transmisión de conocimiento debido a su proximidad (aunque la consideración geográfica es cada vez menos relevante por el desarrollo de las comunicaciones y transporte). Las empresas se pueden beneficiar de los impactos relacionados con aglomeraciones tecnológicas en forma de economías de escala y alcance que mejora su eficiencia.
- ii) Los clústeres cumplen un propósito funcional para proveer una serie de servicios especializados y a medida para un grupo específico de empresas. Las organizaciones de clústeres ayudan a canalizar, facilitar y proveer acceso a infraestructura y servicios, lo cual puede incluir investigación especializada, centros de pruebas piloto, consultoría y entrenamiento, entre otros. En ese sentido, los clústeres son una forma de “auto-organización” que ofrece ventajas competitivas. Se esperaría que la proximidad geográfica facilite los flujos de conocimiento tácito y las interacciones no planificadas, que son partes críticas de un proceso de innovación. Estos flujos dependen en buena parte de la disposición de las empresas de informar sobre su conocimiento, lo cual depende a su vez de la confianza establecida entre actores. Ello puede ser facilitado a través de contacto directo, sobre lo cual los clústeres eficientes contribuyen a través del fomento del relacionamiento y cooperación.
- iii) Los clústeres se caracterizan, por una cierta dinámica social y elemento organizativo o “arreglo institucional”, el cual reúne a los diferentes actores de la innovación interrelacionados, como universidades, empresas y autoridades, y facilita una intensa interacción y la cooperación entre ellos. Con el tiempo, los clústeres tienden a desarrollar un conjunto de normas, instituciones, redes personales y confianza dinámica, donde la interacción y la cooperación efectivas, conjugando educación, investigación e innovación, son cruciales para lograr ventajas competitivas en tiempos de creciente complejidad de las nuevas tecnologías, productos y servicios, así como de los requisitos cambiantes de habilidades y competencias.

Teniendo en cuenta lo mencionado, las interacciones formales e informales, a menudo no planificadas, así como el intercambio de información comercial, conocimientos y experiencia técnica dentro de los clústeres, puede dar lugar a desarrollos tecnológicos y de nuevas ideas, muchas veces inesperadas, y de nuevos diseños, productos y servicios creativos y conceptos de negocio que mejoran el rendimiento de la innovación empresarial. Si bien la dimensión antes mencionada de la proximidad geográfica se

considera que facilita la confianza y la estrecha cooperación entre los actores de la innovación dentro de los clústeres, el acceso a nuevos conocimientos y aportes de otros clústeres también debe garantizarse a través de redes mundiales.

Los clústeres son vistos como importantes impulsores de competitividad e innovación. Por su parte, el trabajo desarrollado a través del Clúster Initiative Greenbook (Lindqvist, y otros, 2013), explica claramente porqué los clústeres son relevantes y juegan un rol crítico en los procesos de innovación entre empresas y regiones. En él se menciona incluso que la innovación está realmente al centro de la razón de ser de la existencia de los clústeres. Ello se explicaría por un lado porque los clústeres agrupan a diversos tipos de actores complementarios y, por otro, por sus formas de interacción, cooperación y apoyo. A través de la interacción de actores tan diversos es donde se impulsan los procesos de innovación. Sin embargo, también han identificado algunas brechas de innovación, las cuales pueden justamente superarse a través del impulso correcto de los clústeres al fomentar la interacción entre los distintos grupos interés, por ejemplo, el sector empresarial con el académico o empresas grandes con pequeñas. Los clústeres hacen ello creando actividades y espacios de reunión comunes en donde se discutan los desafíos y se busquen acciones conjuntas, tal como se observa en los procesos de innovación abierta tan comunes recientemente.

Teniendo en cuenta lo descrito, este documento se enfoca en entender y sistematizar los modos de gobernanza del desarrollo de proveedores mineros en Australia, Chile y Perú, incluyendo las políticas, visión, hojas de ruta y principales actores identificados, y con ello analizar las brechas, desafíos y factores de éxito para impulsar la innovación, el desarrollo tecnológico, los encadenamientos y la diversificación productiva; el análisis de los roles del Estado y el sector privado; y los instrumentos posibles para potenciar el desarrollo de los clústeres y ecosistemas de proveedores mineros.

II. Impacto económico y potencial de crecimiento

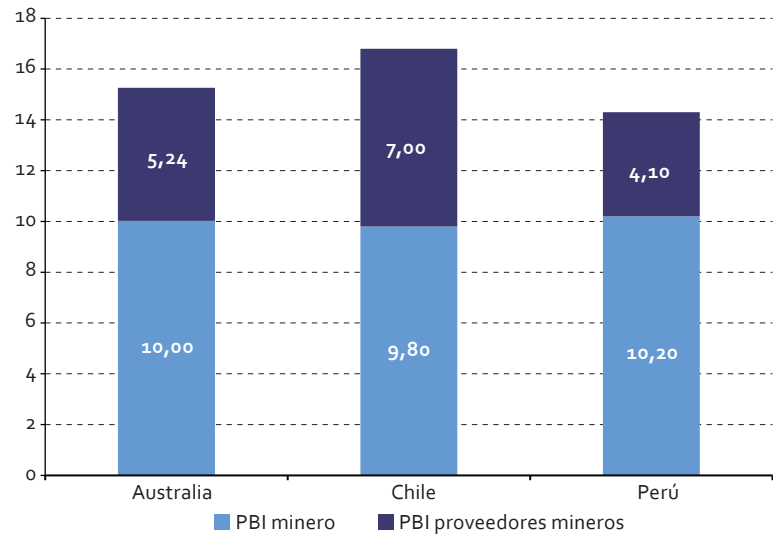
Existen evidencias empíricas de muchos años tanto en la Unión Europea como en Norteamérica, que muestran que el desarrollo de clústeres está asociado a mayores niveles de prosperidad, demostrados por, por ejemplo, un mayor PBI, mayores salarios promedio y crecimiento del empleo, así como mayor desarrollo de patentes (Europe INNOVA y PRO INNO Europe, 2008; Porter, 2003).

En el caso de los países considerados en el presente documento, podemos observar la relevancia del sector minero en cada uno de ellos y sobretodo la contribución adicional de los proveedores al PBI, así como un desarrollo descentralizado y diseminado en micro y pequeñas empresas, y diversidad de género, con un enfoque en la innovación. Este análisis, como se explicará más adelante, es posible gracias a la información disponible tras el levantamiento de datos que están realizando periódicamente organizaciones que fomentan clústeres, proveedores e innovación (Austmine en Australia, Expande en Chile y SAMMI en Perú), lo cual es de suma importancia para entender su actual situación y desenvolvimiento a lo largo del tiempo y, con ello, tomar decisiones. A continuación, sólo se toma algunas variables de dichas fuentes para destacar la importancia del tema de análisis en dichos países.

Así, el aporte directo de la actividad minera al PBI nacional en los tres países es alrededor del 10%, según cifras del 2019. Si a ello se le añade el aporte al PBI a través de los proveedores, este se incrementa para cada uno de ellos (véase el gráfico 1). Ello es un indicador también del potencial de crecimiento y desarrollo de proveedores que existe aún en países como el Perú.

Si bien en Chile y Perú se evidencia (véase el cuadro 1), una concentración de proveedores en sus respectivas capitales políticas; sin embargo, gracias en parte a la naturaleza descentralizada de los yacimientos mineros, también se observa el establecimiento de muchos proveedores en diversas regiones. Así, por ejemplo, en Chile se encuentran proveedores con sedes principales en 10 de sus 16 regiones, mientras que en el Perú en 9 de 24. Para el caso de Australia, se encuentran sedes en cada uno de sus 7 Estados.

Gráfico 1
Contribución total del sector minero al PBI
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con base en Austmine, Trade Economics, Cochilco, MINEM, SAMMI, SNMPE.

Cuadro 1
Presencia descentralizada de proveedores mineros

País	Total de Regiones/Estados	Presencia de proveedores en	Concentración
Australia	7 Estados	7 Estados	Queensland y Australia Occidental concentran la mayoría de las oficinas principales
Chile	16 Regiones	10 Regiones	54% de las empresas pequeñas, 69% de las empresas medianas y 82% de las grandes empresas en Santiago de Chile
Perú	24 Regiones	9 Regiones	66% en Lima

Fuente: Elaboración Propia con base en Austmine, Expande, SAMMI.

Por su parte, es importante a resaltar que se observa que los proveedores mineros son en su mayoría micro y pequeños empresarios (véase el cuadro 2), los cuales, en su mayoría, para los casos australiano (58%) y peruano (65%), según la data disponible, son emprendimientos jóvenes, al haberse establecido dentro de los últimos 20 años. Ello indica la oportunidad diseminadora del establecimiento e impulso de proveedores y su impacto a nivel microeconómico.

Cuadro 2
Ventas anuales promedio de proveedores mineros
(En porcentajes)

País	Menos de 5 millones de dólares	Entre a 5 y 20 millones de dólares	Más de 20 millones de dólares
Australia	45	23	27
Chile	74	17	9
Perú	69	31	

Fuente: Elaboración propia con base en Austmine, Expande, SAMMI.

Por otro lado, además de promover el desarrollo de empresas nuevas y de forma descentralizada, se fomenta el emprendimiento local. Ciertamente, en todos los países analizados, más del 80% de las empresas se han formado con capitales de origen nacional (véase el cuadro 3).

Cuadro 3
Proveedores mineros, según origen del capital
(En porcentajes)

País	Porcentaje de origen nacional
Australia	82
Chile	83
Perú	81

Fuente: Elaboración propia con base en Austmine, Expande, SAMMI.

Con respecto a la importancia de la innovación para los proveedores mineros, la mayoría (>70%) de ellos, en todos los países considerados, consideran a la innovación como importante y un importante número de ellos participa en proyectos colaborativos (véase el cuadro 4).

Cuadro 4
Importancia de la innovación y colaboración para proveedores mineros
(En porcentajes)

País	Considera importante la innovación	Participa en proyectos colaborativos
Australia	90	64
Chile	71	46
Perú	71	56

Fuente: Elaboración propia con base en Austmine, Expande, SAMMI.

Asimismo, se observa que el desarrollo de proveedores minero está siendo liderado en un buen porcentaje por mujeres, así en Australia, en el 30%, en Chile, en el 23% y en el Perú, en el 18% de las empresas, las gerencias están ocupadas por el género femenino.

Finalmente, cabe mencionar que las ventas de los proveedores mineros se realizan más allá de sus fronteras, lo cual incluye incluso intercambio entre los países analizados (véase el cuadro 5); el Perú, por ejemplo, representó, en el 2020, alrededor del 55.5% de todas las exportaciones de proveedores mineros chilenos. Australia tiene su mercado externo más desarrollado, donde el 6% de sus exportaciones totales provienen de proveedores mineros, comparado con menos de 1% en los casos de Chile y Perú. Ello, nuevamente, representa una oportunidad de crecimiento e intercambio, lo cual puede fomentarse a través de iniciativas comunes entre clústeres mineros, como se cubrirá más adelante en el documento.

Cuadro 5
Exportaciones de proveedores mineros, 2020
(En millones de dólares y porcentajes)

País	Total	Porcentaje del total de exportaciones
Australia	17 000	6
Chile	477	0,7
Perú	432	0,9

Fuente: Elaboración propia con base en Austmine, Expande, SAMMI.

III. Análisis de la gobernanza de los clústeres

Como se indicó en la sección del marco conceptual, la gobernanza, en términos generales, se refiere a la interacción entre diversos grupos de interés y cómo ello deriva en arreglos institucionales para lograr objetivos; en este caso, el desarrollo de proveedores innovadores en el sector minero a través de aglomeraciones.

Para ello, se analiza, para cada uno de los tres países, la existencia de políticas de gobierno o públicas bajo las cuales se enmarque el funcionamiento de los clústeres mineros. Ciertamente, la base de desarrollo de un país o sector, y de su entorno, recae en gran medida en por lo menos contar con políticas o estrategias que engloben una visión, objetivos, planes y acciones.

De manera general, se puede decir que el desarrollo de políticas públicas sobre este tema es desigual en cada uno de los países. Ello refleja o es un indicador, en cierta manera, del estado de desarrollo de proveedores mineros en cada uno de ellos, de los cuales se puede decir, tanto por su nivel de organización, claridad en sus objetivos y como por indicadores económicos objetivos, que en Australia está más avanzado, en Chile se encuentra en etapa de desarrollo y en el Perú está recién iniciándose.

Por otro lado, el diseño y elaboración de políticas, estrategias, planes de acción y hojas de ruta requiere de información clara, confiable y periódica. Ciertamente, la información es una base para el análisis y toma de decisiones, así como para medir el impacto de la implementación de políticas y estrategias. En ese sentido, los tres países bajo análisis han elaborado encuestas periódicas específicas para levantar la información sobre el estado de los proveedores mineros y se han convertido en herramientas clave para la toma de decisiones para impulsar su desarrollo. El más reciente esfuerzo ha sido llevado a cabo en el Perú, mientras que Chile y Australia ya se realizan desde el año 2012. Estas herramientas, durante su proceso de elaboración y difusión, también cumplen con el objetivo de mantener la relación y flujo de información entre los proveedores, empresas y demás grupos de interés, lo cual es parte inherente de las dinámicas de los clústeres y su gobernanza.

Como se indicó al inicio, el análisis de la gobernanza requiere entender la interacción de los diversos grupos de interés involucrados. En la literatura y documentación disponible públicamente no se ha encontrado, para ninguno de los países analizados, la existencia de un mapa u organigrama integrado que muestre claramente las instituciones públicas y privadas, así como los programas derivados, fomentados o financiados por ellas, ni su interrelación entre ellas. En ese sentido, a continuación, también se muestra un primer esfuerzo, luego de una revisión y análisis exhaustivo de cada una de las más de 50 instituciones

y programas, de sistematizarlos, agruparlos y relacionarlos. Ello es el indicador más claro de justamente la forma cómo los grupos de interés interactúan y qué formas de organización han surgido a partir de ello.

La presentación a continuación se realiza individualmente por país y luego se muestra de manera general indicaciones de trabajo conjunto que han surgido entre cada uno de ellos.

A. Australia

Australia tiene una larga tradición en establecer objetivos, estrategia y planes a futuro, las cuales son publicadas y revisadas periódicamente. Así, recientemente, en el 2021, el gobierno australiano presentó su estrategia denominada *Australia's Global Resources Strategy* la cual promueve el sector de recursos (incluidos los minerales) a nivel mundial, incluyendo el impulso de los proveedores mineros. Esta estrategia apoya:

- A las empresas de recursos humanos y METS para fortalecer la competitividad global
- Al sector de recursos para ser el destino de inversión más comercialmente viable
- A Australia para satisfacer la demanda mundial de recursos energéticos y minerales tecnológicos

Para ello, el gobierno australiano está destinando alrededor de 25 millones de dólares entre el 2021 y 2022 para:

- Identificar nuevos mercados para sus recursos, materias primas y minerales críticos
- Facilitar oportunidades para expandir el comercio con estos mercados

Esta estrategia es parte de un esfuerzo gubernamental para desarrollar la resiliencia a los *shocks* comerciales y otras condiciones desafiantes del mercado; asimismo, busca maximizar las oportunidades económicas a largo plazo y la creación de empleo de Australia al ampliar las oportunidades de exportación del sector.

Las principales iniciativas consideradas dentro de esta estrategia son:

- Análisis detallado de las oportunidades de los mercados actuales y emergentes para las exportaciones de recursos y minerales australianos para el gobierno y las empresas exportadoras
- Aprovechar los acuerdos de libre comercio existentes de Australia y otros acuerdos comerciales con socios nuevos y existentes en el sudeste asiático y el Indo-Pacífico para ayudar a las empresas a obtener acceso a estos mercados
- Trabajar en estrecha colaboración con sus socios para construir cadenas de suministro sólidas y estables que sean resistentes a los desafíos del comercio mundial
- Respaldo para que su sector de minerales críticos crezca y consolide a Australia como el proveedor de elección de elementos críticos para el mercado mundial de tecnología de bajas emisiones
- Un fuerte enfoque en el sector METS innovador y líder en el mundo, incluido el apoyo a las empresas METS para maximizar su potencial de exportación

Esta estrategia se construye sobre la base del plan de acción de la declaración National Resources Statement, la cual se explica a continuación. En el 2018, el gobierno australiano estableció el Grupo de Trabajo "Recursos 2030" (Resources 2030 Taskforce), con el objetivo de guiar el desarrollo de la National Resources Statement (NSR), la cual es la primera desde finales de la década de 1990. Este grupo estuvo formado un grupo multidisciplinario que incluyó personas del gobierno, empresas mineras, proveedores (METS) y academia. En efecto, en el 2019 se publicó la NSR y en el 2020 se realizó una revisión del avance a la fecha.

La NSR establece la política del gobierno y la agenda de reformas a largo plazo para el sector de recursos de Australia. Esta incluye un plan de acción de 5 puntos para:

- i) Ofrecer el destino de inversión más atractivo y competitivo a nivel mundial para proyectos de recursos

- ii) Abrir nuevas industrias y regiones de recursos
- iii) Centrar mejor la innovación, la investigación y el desarrollo del sector en el crecimiento sectorial a largo plazo
- iv) Desarrollar y retener la mejor fuerza laboral del mundo
- v) Ofrecer mejores resultados para comunidades más fuertes y comprometidas

La visión que se ha planteado el gobierno australiano es tener el sector de recursos más avanzado, innovador y exitoso del mundo. Uno que genere prosperidad sostenida y desarrollo social para todos los australianos.

De esta política se derivan una serie de estrategias sobre minerales críticos, hidrógeno, fuerza laboral y promoción de inversiones. Asimismo, se incluye claramente la promoción del sector de recursos a través del apoyo a las METS mediante los denominados Centros de Crecimiento de Industria (*Industry Growth Centres* - IGC). A ello se le debe sumar el continuo apoyo por parte del gobierno australiano a través de la iniciativa de los Centros de Investigación Cooperativos (CRC, *Cooperative Research Centres*), la cual existe desde 1990, y que financia la colaboración entre industria, investigadores y usuarios, incluyendo al sector minero.

Es importante mencionar que, si bien el NSR es el esfuerzo más reciente, como se ha mencionado, Australia tiene una larga tradición de planificación y establecimiento de estrategias y planes de acción. Así, en el 2001, el gobierno australiano anunció una "Agenda de Acción" de Industria (*Industry Action Agenda*) para las aún denominada MTS (*Mining Technology Services*, hoy METS), resaltando la importancia de los servicios tecnológicos mineros para la minería Australia, los problemas especiales creados por la compleja interacción con la industria minera y su creciente importancia como una industria y como exportador por sí sola. Este tipo de agendas proveen un marco de colaboración para que la industria establezca una estrategia para el futuro, dentro del cual el gobierno y la industria pueden desarrollar iniciativas para abordar los impedimentos del mercado y permitir que la industria alcance su potencial. La Agenda de Acción proporcionó un marco dentro del cual las empresas de MTS puedan trabajar con los gobiernos, las agencias de investigación, los organismos educativos y la industria de los minerales de manera más amplia, para desarrollar e implementar una visión para un sector australiano de MTS sostenible e internacionalmente competitivo en el largo plazo. Dicha agenda culminó con la aprobación, en el 2003, del reporte *Mining Technology Services: Australia Leading the World*, luego de extensas consultas a diversos actores, lo cual promovió el diálogo e inició solución de la fragmentación o falta de unidad en el sector, que fue de uno los problemas encontrados en la industria.

Entre los temas identificados como centrales para una estrategia de crecimiento por la Agenda de Acción se encuentran:

- Acceso a servicios de investigación y desarrollo y mecanismos de comercialización
- Acceso a capital de riesgo y concienciación sobre el capital de inversión en la industria
- La necesidad de utilizar el comercio electrónico en respuesta a la globalización
- La necesidad de mantener la oferta de personal especializado
- Conocimiento y comprensión de la propiedad intelectual

Por último, se debe mencionar que la industria METS fue también identificada en el documento del 2017 sobre política exterior: (*Foreign Policy White Paper, por siglas en inglés*), como un sector exportador prioritario; asimismo es un área clave de atención en el plan de acción *Australia's Services Exports Action Plan* (2021), el cual fue desarrollado con el objetivo de mejorar la competitividad internacional del sector de servicios australianos.

En el 2017, CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) presentó la Hoja de Ruta (HRT) de las METS (*METS Industry Roadmap*) con el objetivo de delinear el futuro del sector. CSIRO ha estado involucrado muchos años en la investigación e innovación minera y es parte integral del

ecosistema de la industria. Este trabajo complementa, al identificar y desbloquear oportunidades para que las empresas METS se vuelvan competitivas a nivel mundial, al denominado *Sector Competitiveness Map de METS Ignited* del 2016, el cual sentó las bases estratégicas para el éxito del sector al 2025.

Esta hoja de ruta está alineada también al *Australia 2030 Report, Our Future World: Global Megatrends Report* y al *Australian National Outlook*.

HRT METS identifica cinco oportunidades que podrían asegurar el futuro de la competitividad y éxito del negocio de las METS en Australia. Señala, a su vez, que la creación de este futuro depende de un enfoque colaborativo de las comunidades de investigación, educación, gobierno, negocios e inversión, para lo cual es necesario mejorar las prácticas y plataformas de colaboración en la industria que permitan una comercialización más rápida, y el desarrollo e implementación eficaz de conocimientos y habilidades.

Las oportunidades de crecimiento identificadas en la HRT METS son:

- Decisiones mineras impulsadas por datos: Las tecnologías digitales en rápida evolución brindan oportunidades para permitir mejores y más rápidas decisiones al hacer que los datos relevantes estén disponibles en cualquier lugar y justo a tiempo.
- Sostenibilidad social y ambiental: La creciente preocupación social por los impactos de la minería impulsará el desarrollo de nuevos procesos y tecnologías para mejorar el bienestar social, el desempeño ambiental y la prosperidad económica.
- Exploración al descubierto: En todo el mundo, la mayoría de los depósitos minerales de alta calidad cercanos a la superficie ya se han identificado y desarrollado, lo que requiere nuevas tecnologías para identificar nuevas reservas más profundas.
- Extracción avanzada: Los cuerpos minerales más profundos, complejos y de menor ley, combinados con la necesidad de una huella ambiental más baja, impulsarán el desarrollo de métodos avanzados de extracción.
- Automatización minera y robótica: Los recientes avances tecnológicos en costos y rendimiento en robótica, automatización, inteligencia artificial, comunicaciones de datos y sistemas de visión están permitiendo operaciones más seguras y eficientes.

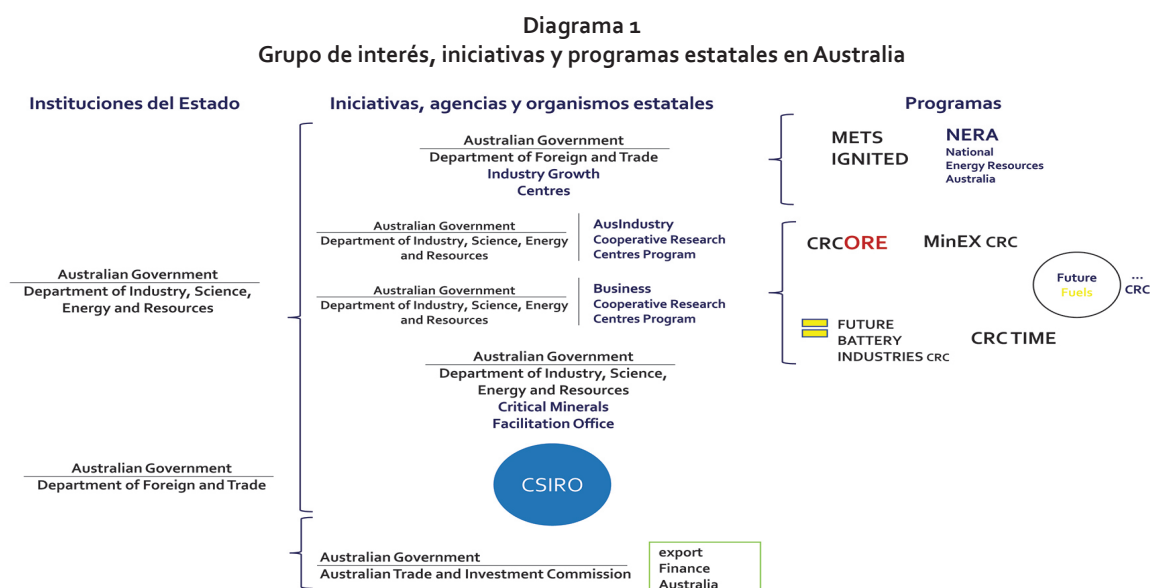
El reporte *Australia 2030: Prosperity through Innovation*, publicado en el 2017, es un plan para que Australia prospere en la carrera de la innovación global y para el tipo de sociedad y economía a la que todos los australianos pueden aspirar para 2030. El plan realiza 30 recomendaciones que sustentan cinco imperativos de políticas estratégicas:

- i) Educación: responder a la naturaleza cambiante del trabajo, equipando a todos los australianos con habilidades relevantes para 2030
- ii) Industria: asegurar la prosperidad continua de Australia, estimulando las empresas de alto crecimiento y aumentando la productividad
- iii) Gobierno: convertirse en un catalizador de la innovación y ser reconocido como líder mundial en la prestación de servicios innovadores
- iv) Investigación y desarrollo (I + D): mejorar la eficacia de la I + D aumentando la transferencia y comercialización de la investigación
- v) Cultura y ambición: mejorar la cultura nacional de innovación mediante el lanzamiento de ambiciosas misiones nacionales

Asimismo, en el 2019, se lanzó *Australian National Outlook* con el objetivo de responder a la pregunta: ¿cómo será Australia económica, social y ambientalmente en el 2060? El proyecto se creó sobre la base del documento del mismo nombre en el 2015, el cual fue el primer intento de CSIRO de comprender y analizar las conexiones en la economía de Australia muchas décadas en el futuro. En su elaboración participaron más de 20 organizaciones para estudiar y discutir nuevos datos científicos proporcionados por CSIRO que modelan el futuro de los recursos naturales y la energía, la productividad y los servicios, las ciudades y la infraestructura de Australia.

Por otro lado, con el objetivo de conocer las principales características, desafíos, motivaciones, estado de innovación, internacionalización, competencias y avance en el desarrollo de las METS, a través de Austmine, desde el 2013, se publica la *National METS Survey*. Esta encuesta ya lleva su tercera edición, habiéndose publicado la última en el 2020. La primera encuesta fue financiada por el gobierno y hoy en días recibe financiamiento tanto de fuentes públicas como privadas y es realizada por una empresa consultora independiente. Esta información está sirviendo para medir los avances que se están obteniendo a lo largo de los años en el desarrollo de METS, siguiendo la implementación de las políticas y hojas de ruta mencionadas, para luego también realizar ajustes a iniciativas y políticas, así como seguir creando e impulsando nuevas.

Con respecto a los grupos de interés involucrados en el ecosistema de proveedores mineros y su interacción (diagrama 1), en Australia, dos departamentos estatales están principalmente involucrados en el desarrollo de las METS, tanto a nivel interno como externo: el Departamento de Industria, Ciencia, Energía y Recursos (*Department of Industry, Science, Energy and Resources*) y el Departamento de Asuntos Externos y Comercio (*Department of Foreign Affairs and Trade*).



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

El Departamento de Industria, Ciencia, Energía y Recursos ha creado a lo largo de los años diversas iniciativas, agencias y organismos estatales, con el objetivo de fomentar la investigación, desarrollo tecnológico e innovación, incluyendo el impulso de la METS. Así, a través de los IGCs y el Programa de CRCs se fundó METS Ignited, el cual es el principal esfuerzo financiado por el gobierno para mejorar la competitividad global y productividad de las METS australianas, incluyendo la identificación y promoción de clústeres de clase mundial y redes de colaboración para generar oportunidades estratégicas integrales.

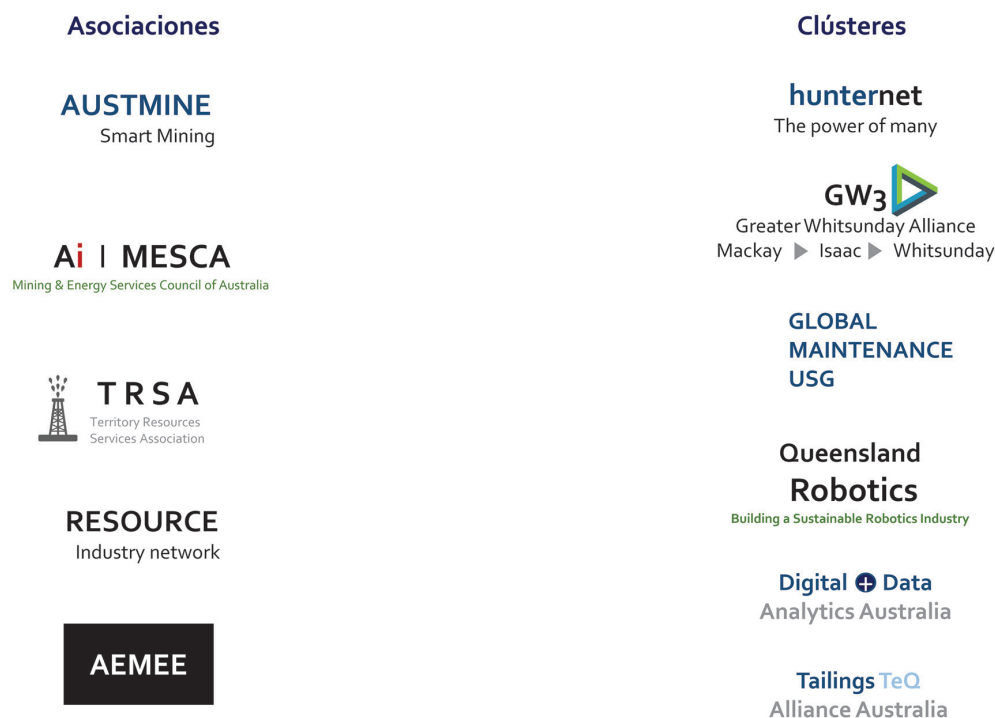
Por su parte, si bien desde se creó el programa de los CRCs ha habido diversos centros, a la fecha se encuentran activos cinco de ellos ligados con la industria minera y METS, cada uno con un mandato y enfoque específico. CSIRO, por su lado, apoya desde el punto de vista científico y desarrollo tecnológico de las diversas iniciativas y programas mencionados.

Por otro lado, el Departamento de Asuntos Externos y Comercio se apoya en la agencia Austrade y en *Export Finance Australia* para buscar nuevos mercados y fomentar la internacionalización de las METS a nivel mundial. Ciertamente, las agencias y programas como CSIRO y METS Ignited también tienen iniciativas enfocadas a la exportación de los bienes y servicios generados y ofrecidos por la METS australianas.

Como se describió anteriormente, la estrategia del Estado australiano claramente incluye un fuerte enfoque en fomentar el desarrollo de METS de clase mundial e innovadoras, apoyándolas en maximizar su potencial exportador.

Por su parte, desde el lado privado (véase el diagrama 2), destaca Austmine, la cual es la principal asociación de empresas METS de Australia, agrupando a más de 670 compañías de todo el país. Sin embargo, es importante mencionar que, debido a la organización política del país de naturaleza federal, existen diversas asociaciones a lo largo de Australia, como por ejemplo *Resource Industry Network*, fundada en el 2000, la cual agrupa a las METS concentradas en la zona Mackay, en el Estado de Queensland.

Diagrama 2
Grupos de interés, asociaciones y clústeres privados en Australia



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Asimismo, destaca la cooperación entre ellas, pero también el trabajo conjunto con las diversas entidades de gobierno, tanto a nivel federal como estatal. Por otro lado, encontramos también los clústeres en torno a la actividad minera en diversas zonas del país. Por ejemplo, el clúster denominado Hunternet, el cual es reconocido como el clúster más exitoso de Australia. Éste fue creado en 1992, cuenta con más de 200 compañías miembro y se presenta como una red de manufactura, ingeniería y servicios especializados para la minería y otras industrias.

Es importante mencionar que existen otras instituciones dedicadas a promover la innovación abierta (véase el diagrama 3), vincular a las empresas mineras con proveedores, establecer desafíos y realizar investigación especializada. Así, por ejemplo, se encuentra el caso de Mining3, la cual es un caso exitoso de uno de los CRCs fomentados por el gobierno australiano (anteriormente *CRC for Mining Technology and Equipment*). Creado originalmente en 1991, éste fue el primer esfuerzo de unir en un trabajo colaborativo a organizaciones para desarrollar técnicas innovadoras de minado y procesamiento, apoyando a la vez con equipamiento para la industria. Mining3 ha pasado por tres grandes etapas luego de ser fundada en 1991, luego en 1997 (CMTE2), 2003 (CRCMining1) y 2009 (CRCMining2). Ella fue financiada por el Estado por 23 años, hasta el 2014, y actualmente es financiada enteramente por fondos privados.

Diagrama 3
Grupos de interés, promotores, aceleradores, investigación en Australia



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Por su parte, *Resources Industry Clusters* promueve la generación de clústeres buscando resolver un tópico específico, aunque común para la minería, uniendo a diversos grupos de interés; así, ha promovido, por ejemplo, la creación de un clúster relacionado con el manejo de relaves y aguas (Talings TeQ).

Por otro lado, se encuentran las asociaciones gremiales empresariales y profesionales (véase el diagrama 4) que promueven tanto a la industria minera como el desarrollo de proveedores. Uno de los principales roles de estas asociaciones e instituciones es fomentar el intercambio, relacionamiento y búsqueda de oportunidades a través de diversos eventos periódicos, tanto virtuales como presenciales, como los que organiza y apoya Austmine, tales como *Austmine Mining Innovation Conference and Exhibition* y la convención *International Mining and Resources Conference* (IMARC), además de otros eventos y entrenamientos más puntuales.

Diagrama 4
Grupos de interés, asociaciones gremiales en Australia



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Y finalmente, las universidades y centros de investigación (véase el diagrama 5), los cuales cumplen un rol clave en el ecosistema.

Diagrama 5
Grupos de interés, universidades en Australia



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Los resultados que se observan hoy en día en Australia muestran que la gobernanza establecida en este país en torno al sector minero, el desarrollo de proveedores y la innovación está siendo positiva. Ciertamente, el 74% de las METS existentes hoy en día en Australia se establecieron desde la década de los 90s (véase el cuadro 6), coincidiendo con el impulso de las políticas y determinación de las hojas de ruta señaladas. Asimismo, las empresas proveedoras reconocen que el apoyar a las empresas mineras en la solución de sus desafíos y la apertura e interacción con las compañías, son los principales impulsores de la innovación (Austmine, 2020).

Cuadro 6
Australia: proveedores mineros, según fecha de creación
(En porcentajes)

Década	Porcentaje
Antes de la década de 1980	14
Década de 1980	11
Década de 1990	16
Década de 2000	25
Década de 2010	33
Década de 2020	1

Fuente: Elaboración propia con base en Austmine.

B. Chile

En el caso de Chile, en el 2019, el Ministerio de Minería de Chile inició la elaboración de la Política Nacional Minera 2050 (PNM 2050), con la participación del sector público, privado, sindicatos, academia y sociedad civil, entre otros, con el objetivo que el país cuente con una hoja de ruta que habilite el desarrollo sostenible de esta industria y refuerce su rol en el crecimiento de Chile. Parte del enfoque que se le está dando a esta política es que se aproveche a la minería para exportar mucho más que minerales y agregar valor a su economía desde los bienes y servicios que surgen a partir de ella. Es importante mencionar que, con la conclusión de la PNM 2050, tal como menciona el mismo documento, se habrá logrado llenar un vacío histórico para Chile: un país minero, sin política minera.

Durante este proceso, se definieron los principales desafíos que se deben enfrentar, las iniciativas requeridas y sus respectivas líneas de acción. Asimismo, se estableció los indicadores para medir los éxitos, tanto a nivel general como para las iniciativas prioritarias. Hasta ahora, se ha identificado nueve ejes transversales que cruzan los desafíos e iniciativas propuestas por cada comisión (buena gobernanza, económica, ambiental y social):

- i) Institucionalidad y Desarrollo Minero
- ii) Capital Humano y Productividad
- iii) Relaciones Laborales Integrales y Equidad de Género
- iv) Participación Ciudadana y Desarrollo Territorial
- v) Cadena de Valor e Innovación
- vi) Impuestos e Inversión Pública
- vii) Minería Verde
- viii) Pequeña y Mediana Minería
- ix) Pueblos Indígenas

En los avances de la PNM 2050, se señala que el desarrollo de los encadenamientos comerciales, productivos y tecnológicos son un elemento central del proceso de generación de valor sostenible de la minería. Indican también que estos encadenamientos inciden en los ingresos fiscales, el nivel de exportaciones, empleo y atracción de inversiones; siendo a su vez una fuente de creación de capacidades productivas, tecnológicas y sociales fundamentales para la competitividad y sostenibilidad de la industria en el largo plazo; y permiten además diversificar la economía más allá de la minería, aprovechando su escala, sus capacidades y sus desafíos. Se reconoce también que históricamente, el valor y desarrollo que puede generarse en torno a la cadena de valor de la minería no ha sido abordado de forma sistemática, habiendo sido un esfuerzo que ha carecido de continuidad y que no se ha visibilizado el significativo aporte que la minería puede generar más allá de la producción directa de mineral.

Por otro lado, es importante mencionar que, en el 2014, la denominada “Comisión Minería y Desarrollo de Chile” se puso como tarea convenir una visión e identificar las prioridades estratégicas requeridas para que la minería chilena consolide sus aspiraciones y reafirme su liderazgo a nivel mundial. Dicha comisión, a través del documento “Minería y Desarrollo Sostenible de Chile, Hacia una Visión Compartida”, presentó esta visión y estableció objetivos que la industria se propone alcanzar en los próximos 20 años (al 2035): Minería virtuosa, incluyente y sostenible para mejorar la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

En el 2015, una comisión convocada por el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) presentó a la Presidencia de la República un nuevo documento que expandió y profundizó los conceptos de minería innovadora, inclusiva y sostenible. Ese documento “Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile” se transformó en la referencia para el desarrollo de agendas de trabajo específicas en los tres ámbitos mencionados.

Es importante mencionar que Fundación Chile trabaja desde 2012 en dos iniciativas que anticipan la agenda que articula la Corporación Alta Ley: la primera es el Programa de Proveedores de Clase Mundial y, la segunda, el Consejo de Competencias de la Minería, junto al Consejo Minero. Ambas iniciativas confluyen en la denominada Hoja de Ruta Tecnológica (HRT), que se desarrollará más adelante, junto a muchas otras que se requieren para lograr las metas planteadas para el 2035.

En el 2016, se publicó el documento “Desde el cobre a la innovación. *Roadmap* Tecnológico 2015-2035 (Hoja de Ruta Tecnológica)”, coordinado por Fundación Chile, con el apoyo del Ministerio de Minería y de CORFO, y la cooperación de las compañías mineras, organizaciones gremiales, universidades, centros de Investigación y Desarrollo (I+D) y diversos profesionales que contribuyeron con su conocimiento técnico.

La visión que inspiró esta HRT se estableció en el informe “Minería y Desarrollo Sostenible en Chile. Hacia una Visión Compartida” preparado el 2014 por el (CNID), el cual fue el resultado del trabajo de un grupo transversal conformado por políticos, exministros, empresarios, trabajadores y dirigentes sociales. A partir de este informe, el CNID constituyó la “Comisión Minería y Desarrollo de Chile”, que elaboró la Agenda “Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile”, documento que define un conjunto de prioridades estratégicas para que la minería chilena consolide sus aspiraciones, reafirme su liderazgo a nivel mundial, genere un círculo virtuoso de innovación en su entorno y se convierta en un modelo de sustentabilidad e inclusión.

De este esfuerzo, surgen dos programas público-privados cuya finalidad consiste en la elaboración de propuestas para la implementación del gran objetivo de transformar a la minería en un sector innovador, inclusivo y sustentable: La Alianza Valor Minero y el Programa Alta Ley.

La premisa tras esta HRT radica en que el cobre puede desempeñar un rol crucial vinculado a la innovación tecnológica. Así, teniendo en cuenta que Chile produce el 30% del cobre del mundo, se planteó la pregunta ¿por qué no es el centro mundial de la investigación, desarrollo e innovación tecnológica asociada a la minería?

En ese sentido, la HRT busca identificar oportunidades, requerimientos de I+D y desafíos para generar capacidades tecnológicas en el país y desarrollar un sector de proveedores con base tecnológica. Asimismo, esta iniciativa espera lograr una mirada común con todos los actores de la industria minera, mediante la articulación de proveedores y empresas mineras y la generación de consensos entre los mismos actores.

Para su desarrollo se han priorizado ciertos núcleos en base a los principales desafíos definidos por la industria, con el objetivo de identificar los desafíos y las soluciones disponibles en estas temáticas, y las posibles necesidades de capital humano, I+D+I, infraestructura, tecnología, entre otros. Se utilizó el término “traccionantes” para denotar todos aquellos ámbitos que constituyen los desafíos tecnológicos más cruciales para la evolución de la industria. Los núcleos priorizados en la presente HRT son:

- Relaves
- Fundición y refinería
- Operaciones y planificación minera
- Concentración de minerales
- Hidrometalurgia

Por su parte, los núcleos “habilitadores” agrupan aquellas dimensiones que, sin ser exclusivas del proceso minero, condicionan la capacidad de la industria para llevar a cabo su plan de desarrollo, los cuales son:

- Capital Humano
- Proveedores e Innovación
- Minería Inteligente (redes y protocolos)

A partir de los desafíos identificados, se definieron ocho prioridades estratégicas para abordar las problemáticas levantadas. Para cada una de estas prioridades se conceptualizó un proyecto con sus respectivos componentes y beneficios asociados. A continuación, se describen dichas prioridades con sus respectivos proyectos:

- i) Minería subterránea: Desarrollo de una minería profunda a gran escala / Proyecto asociado: Diseño y desarrollo de maquinaria para la minería subterránea a gran escala
- ii) Mejorar de la competitividad de las Fundiciones y Refinerías / Proyecto asociado: Programa de Innovación Tecnológica para la Fundición y Refinería
- iii) Relaves mineros: Enfrentar la creciente escasez de superficie y minimizar su impacto / Proyecto asociado: Programa Tecnológico de Monitoreo en Línea de Relaves Mineros

- iv) Mejora de productividad en la minería a cielo abierto: Movimiento de grandes volúmenes de material a través de largas distancias / Proyecto asociado: Desarrollo de tecnologías para el movimiento de grandes tonelajes por largas distancias
- v) Potenciar el desarrollo de proveedores intensivos en conocimiento y tecnología / Proyecto asociado: Programa de innovación abierta en la cadena de valor de la gran minería
- vi) Potenciar la actividad de exploración en Chile / Proyecto asociado: Incremento del número de agentes que realizan exploración en Chile
- vii) Habilitar el desarrollo de una minería inteligente / Proyecto asociado: Organización Internacional de Estándares para la Interoperabilidad en Minería
- viii) Desarrollo de capital humano acorde a los requerimientos actuales y futuros de la industria / Proyecto asociado: Centro de Transferencia para la formación técnica en la cadena de valor de la minería

Es importante señalar que, esta HRT utilizó como base el *Copper Technology Roadmap* realizado por Amira (*Australian Minerals Industry Research Association*) en 2004 y 2006, con el objetivo abordar los principales desafíos que enfrentarían en la década siguiente. La misión de este trabajo fue desarrollar un marco alrededor del cual los productores globales de cobre pudieran colaborar para hacer frente a los desafíos tecnológicos comunes que enfrentaban para su competitividad futura y la sostenibilidad de la industria. Los objetivos que buscaban eran: reducir los costos de producción; alcanzar un balance aceptable entre los efectos económicos, ambientales y sociales; gestionar los riesgos tecnológicos e inversión; mejorar la seguridad, salud e higiene de la industria; y mejorar la eficiencia energética en un 10% mediante la implementación de tecnología mejorada.

Estos cinco objetivos se concretaron y especificaron en los siguientes tres focos:

- i) Mejoramiento en la eficiencia de uso del capital fijo y de los activos
- ii) Nuevas tecnologías para el procesamiento minero
- iii) Desarrollo sustentable

En el 2019, luego de un trabajo iniciado el 2017, se publicó una actualización del Roadmap Tecnológico de la Minería 2015-2035 (el Roadmap 2.0 o Actualización de la HdR de la Minería), con el objetivo ajustarla a nuevos desarrollos, desafíos, prioridades, así como desarrollar nuevos proyectos colaborativos de alto impacto que apunten a generar una mayor productividad y sustentabilidad en la industria. Este documento tiene como principal novedad la incorporación de tres nuevos núcleos: exploraciones, minería verde y usos del cobre.

Por su parte, en Chile tanto el Estado como esfuerzos públicos privados generan importante información estadística relevante relacionada con las METS. Así, tenemos como principal, para los fines de este análisis, el de Caracterización de Proveedores de la Minería Chilena, liderado por Expande, el cual se realiza cada 2 años desde el 2012, con su última publicación el 2019, sobre los resultados del 2018. Este estudio busca hacer una contribución al ecosistema, señalando y direccionando sus desarrollos para que se transformen en futuros negocios. Entre otras cosas, se da a conocer en qué estado se encuentra el ecosistema de proveedores locales, incluyendo su distribución geográfica, ventas, exportaciones, variables de clasificación relacionadas a la capacidad de innovación, tecnologías actualmente en desarrollo, y desafíos de la industria, entre otros.

Con respecto a los grupos de interés involucrados en el ecosistema de proveedores, en el caso de Chile (véase el diagrama 6), cabe resaltar a la Corporación Alta Ley, la cual lidera, articula y coordina la HRT con el objetivo de impulsar el desarrollo en investigación, desarrollo tecnológico e innovación dentro de la cadena de valor de la minería, así como también el de fortalecer y fomentar el trabajo colaborativo entre el sector público-privado. Alta Ley apoya una serie de iniciativas y programas que se enmarcan en las prioridades y objetivos planeados en la HRT (véase el diagrama 7), como se muestra en uno de cuadros. Por su parte, Fundación Chile también cumple un rol importante al fomentar programas de innovación abierta, como Expande.

Diagrama 6
Grupos de interés, Estado en Chile



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Diagrama 7
Grupos de interés, programas e iniciativas en Chile

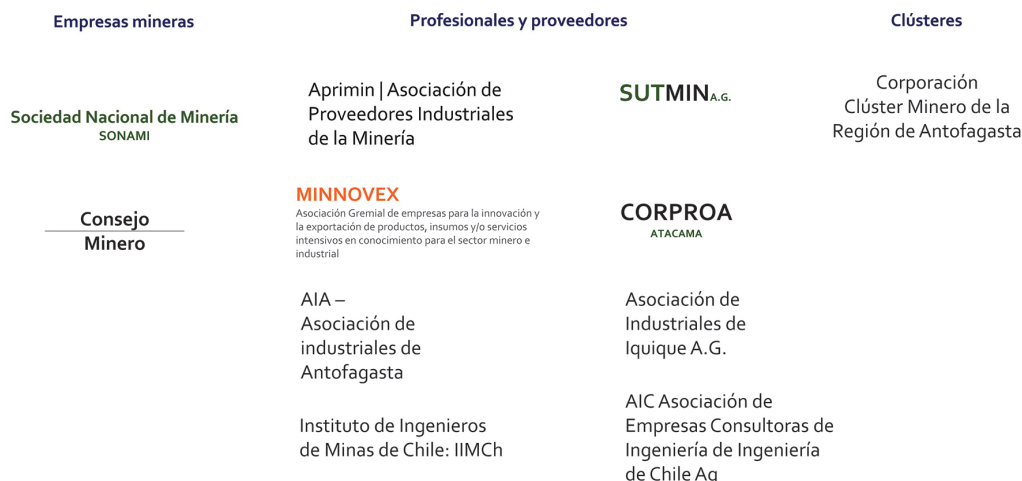


Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Por su parte, el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, a través de CORFO financia directa o a través de otras instituciones una diversidad de iniciativas enfocadas a la I+D+I.

Asimismo (véase el diagrama 8), se encuentran las asociaciones empresas mineras como Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) y Consejo Minero, las cuales apoyan también las iniciativas de desarrollo tecnológico. Aquí cabe resaltar las asociaciones de proveedores mineros, las cuales permiten una interacción más activa y ordenada con los demás grupos de interés involucrados.

Diagrama 8
Grupos de interés, asociaciones en Chile



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Finalmente, se encuentran los centros de investigación (diagrama 9) como *Advanced Mining Technology Center* (AMTC), el cual fue creado en el 2009, tras ser seleccionado por el Programa de Investigación Asociativa de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), en el marco del Programa de Financiamiento Basal para centros científicos y tecnológicos de excelencia. AMTC es parte de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y se ha convertido en el principal Centro de Investigación de Chile en tecnología aplicada a la minería. Su trabajo científico está organizado en cinco grupos de investigación: Exploración y Modelamiento de Yacimientos; Diseño y Planificación Minera; Procesamiento de Minerales y Metalurgia Extractiva; Automatización en Minería, y Agua y Sustentabilidad Ambiental.

Asimismo, se encuentra CSIRO Chile, que es la primera sucursal de CSIRO fuera de Australia; y SMI-ICE Chile, el Centro de Excelencia Internacional del *Sustainable Minerals Institute* (SMI) de The University of Queensland, establecido en el 2014 como parte del programa "Atracción de Centros Internacionales de I+D de Excelencia para la Competitividad" de CORFO. Aquí cabe incluir también algunas de las principales universidades involucradas (véase el diagrama 10).

Diagrama 9
Grupos de interés, centros de investigación en Chile

Advanced
Mining
Technology
Center (AMTC)



SMI-ICE-Chile

Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Diagrama 10
Grupos de interés, universidades en Chile

**Universidad
DE CHILE**



**Pontificia
Universidad
Católica
de Chile**

**UAI
Universidad Adolfo Ibáñez**

Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Si bien Chile, en comparación con Australia, está en una etapa más incipiente de desarrollo de su ecosistema, ha dado en los últimos años pasos importantes para su consolidación, enfocada sobretudo en objetivos de largo plazo consensuados y orientados a resolver desafíos presentes y futuros de la industria minera, los cuales justamente requerirán de desarrollo tecnológico e innovación, como son las operaciones de minas subterráneas profundas y gestión de canchas de relave, por ejemplo.

Asimismo, se puede tomar en cuenta dos indicadores que muestran el estado de desarrollo de proveedores, así como la importancia e impacto que tiene la innovación. El primero es que, a pesar del desarrollo minero en el Perú, este país se ha convertido en el principal destino de las exportaciones chilena de bienes y servicios (55.5%), lo cual muestra un mayor y más adelantado desarrollo de los proveedores mineros chilenos (ProChile, 2021). Por otro lado, entre el año 2016 y 2017, los proveedores manifiestan que incluir iniciativas de innovación ha impactado positivamente en sus ventas, hasta en un 46% en ese período (13% vs 19%, respectivamente; Expande, 2019).

C. Perú

A pesar de ser un importante país minero, el Perú no cuenta con una política minera propiamente dicha. El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) sí cuenta, sin embargo, con un Plan Estratégico Institucional 2020-2025³, el cual es no obstante fruto de un requerimiento de la burocracia estatal peruana y no es parte de un proceso participativo, sino administrativo. Dicho plan menciona que el MINEM sostiene un círculo virtuoso para el buen aprovechamiento de los recursos minero-energéticos, establecido en los siguientes lineamientos de la declaración de la política institucional:

- Cierre de brechas y desarrollo de las regiones con actividad minera energética y del país en su conjunto
- Descentralización y fortalecimiento Institucional
- Sostenibilidad ambiental
- Promoción de buenas prácticas en las actividades del sector
- Impulsar la competitividad y sostenibilidad del sector

³ Para mayor información véase: Plan Estratégico Institucional 2020-2025 (R.M. N° 163-2020-MEM/DM).

Asimismo, señala que los roles estratégicos que le corresponden desarrollar al Viceministerio de Minas del MINEM son rector, normativo, promotor, concedente y subsidiario⁴.

Señala también que el objetivo primordial de la política minera peruana es aprovechar los recursos minerales racionalmente, respetando el medio ambiente y creando condiciones para el progreso del sector en un marco estable y armonioso para las empresas y la sociedad.

En el 2018, se creó el Grupo Visión Minería 2030 (dentro la de iniciativa del MINEM a través del Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero-Energéticas, RIMAY⁵), con el objetivo de crear una propuesta multi-actor (academia, empresas mineras, ONGs, gobierno, sociedad civil) sobre una visión de la minería en el Perú al 2030.

El resultado de ese intercambio fue la siguiente propuesta de visión: “Al 2030, la minería en el Perú es inclusiva, está integrada social, ambiental y territorialmente, en un marco de buena gobernanza y desarrollo sostenible. Se ha consolidado como una actividad competitiva e innovadora y goza de la valoración de toda la sociedad”. Asimismo, señala que el Estado peruano habrá conseguido, al 2030, la formalización, la mejora del desempeño ambiental, de las condiciones de trabajo y la competitividad de la pequeña minería y minería artesanal; al igual que la erradicación de la minería ilegal. Esta visión contiene además cuatro atributos de cómo se aspira sea la minería al 2030:

- Es inclusiva e integrada social y territorialmente: Promueve el desarrollo integral del país, especialmente de los territorios en donde opera, fomentando la responsabilidad y el valor compartidos, lo que se traduce en mayor bienestar para la ciudadanía.
- Es ambientalmente sostenible: Opera con responsabilidad y con altos estándares ambientales, velando por el respeto y salud de las personas y los ecosistemas para aprovechar los recursos naturales de manera sostenible.
- Es competitiva e innovadora: Está en el cuartil más favorable de productividad a nivel mundial, promoviendo la innovación, y posicionándose como un referente en seguridad ocupacional. Para ello, reduce las brechas de capacitación de los trabajadores e invierte en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en toda la cadena de valor minera.
- Opera en un marco de buena gobernanza: Está comprometida con el sistema democrático y la descentralización. Forma parte de un sistema de gobernanza mediante el cual se toman e implementan acuerdos sobre el desarrollo, con la participación de todos los sectores y niveles de gobierno, del sector privado, de la sociedad organizada y de las comunidades; asegurando la coordinación intersectorial, multinivel y multi-actor. Así, junto con el Estado, logra prevenir, gestionar y transformar los conflictos sociales en oportunidades de desarrollo y paz social.

A partir de estas propuestas, se está realizando desde el 2020 una segunda etapa de sesiones de trabajo a nivel regional, en las cuales se discuten siete acciones priorizadas que permitirían hacer realidad la visión.

Es importante mencionar que esta visión es el primer documento oficial que surge desde el MINEM, y consensuado diversos grupos de interés, en que se menciona la cadena de valor de la minería, la investigación, el desarrollo tecnológico e innovación, lo cual apoya, como se verá más adelante, en parte, el desarrollo de la Hoja de Ruta Tecnológica para los Proveedores Tecnológicos de la Minería (HRT-PTM) promovido por el Ministerio de la Producción y otras instituciones.

En el 2021, se aprobó la HRT-PTM y creó la Comisión Multisectorial de naturaleza temporal. Si bien la comisión está conformada por representantes de entidades públicas a nivel central, esta puede solicitar la colaboración de las entidades públicas en los distintos niveles de gobierno, así como de instituciones

⁴ Véase para mayor información: Plan Estratégico del Viceministerio de Minas al 2021 (RD N° 580-2010-MEM/DM).

⁵ El Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero-Energéticas Rimay se creó atendiendo a la necesidad de contar con una plataforma de diálogo y discusión técnica —entre representantes el Estado, el sector privado, la sociedad civil y la academia— para arribar a consensos en busca de un aprovechamiento sostenible de los recursos mineros energéticos en favor del desarrollo del país.

privadas y de la sociedad civil, que puedan contribuir al cumplimiento de sus funciones. Como fruto de este proceso, se estableció 5 objetivos estratégicos e indicadores de medición:

- i) Crear, desarrollar y consolidar modelos de asociatividad entre los proveedores mineros, con el fin de fortalecer el gremio a nivel nacional e internacional.
- ii) Consolidar un estándar de políticas y procedimientos en control de gestión de la salud, seguridad, medio ambiente y calidad para los proveedores mineros.
- iii) Colaborar con la articulación de soluciones junto a las empresas mineras y el Estado para promover la inclusión de los habitantes de las regiones mineras en la cadena de valor de la minería, contribuyendo al desarrollo de la región y la mejora en su calidad de vida; con énfasis en uso de tecnologías limpias y/o libres de mercurio.
- iv) Fomentar la I+D+I en las áreas de especialización tecnológica definidas en la HRT, la protección de la propiedad intelectual, la transferencia tecnológica y las exportaciones de carácter tecnológico en el sector de los proveedores mineros.
- v) Impulsar la transformación digital en los negocios vinculados a la minería.

Asimismo, se determinaron las siguientes iniciativas estratégicas:

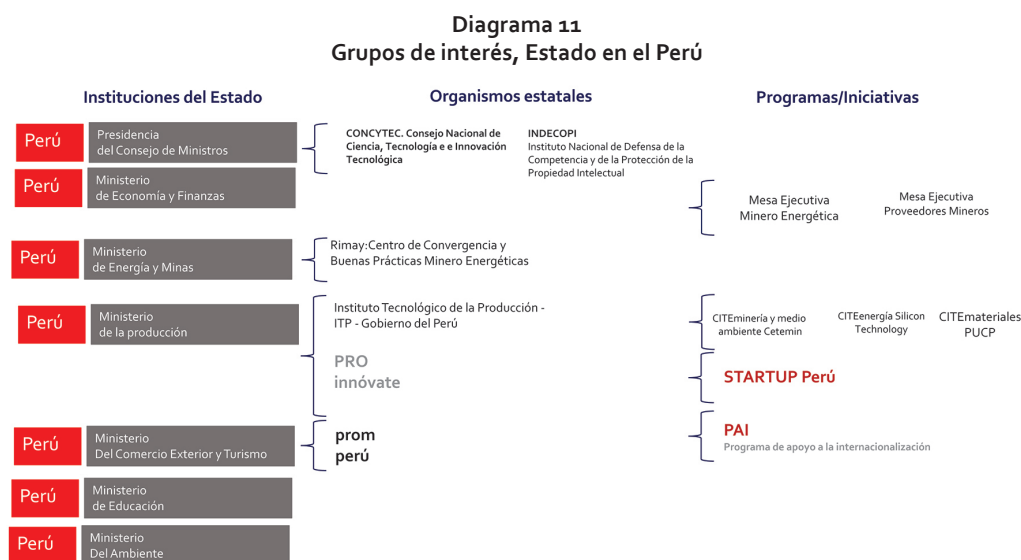
- Fortalecimiento de institucionalidad del sector de proveedores tecnológicos de minería.
- Homologación de protocolos de seguridad y salud ocupacional.
- Integración de proveedores en proyectos relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Observatorio de monitoreo y prospección del sector de proveedores tecnológicos de minería.
- Plan de incentivos para propiciar la inclusión de las MIPYME proveedoras locales.
- Definición y apoyo a líneas de I+D a partir de las tecnologías propuestas.
- Promoción de la innovación abierta en la cadena de valor minera.
- Programa de apoyo al emprendimiento de base tecnológica y *spin off* para la minería.
- Fomento de la protección de la propiedad intelectual.
- Centro de servicios de prueba, prototipado y pilotaje de innovaciones tecnológicas y/o tecnologías limpias y/o libres de mercurio.
- Creación de un centro de extensionismo tecnológico para proveedores mineros.
- Facilitación de acceso a mercados internacionales para pymes proveedoras.
- Transformación digital para los proveedores tecnológicos de la minería.
- Formación y desarrollo de competencias para ingresar o desarrollarse en empresas proveedoras.

Para el Perú, esta la primera HRT, la cual marca un hito importante de definición de estrategias centradas en proveedores mineros sobre la base de I+D+I. La HRT tecnológica está alineada con la Visión Minería 2030 presentada anteriormente y también se puede observar, al analizar las iniciativas estratégicas, la influencia de los casos de Australia y Chile. Este esfuerzo es reciente, por lo que sus resultados y avance aún están por verse. Ciertamente, el reciente cambio de gobierno (julio 2021) ha ralentizado su implementación.

Por su parte, en el Perú, si bien en el 2018 se realizó un primer mapeo del ecosistema y catastro de proveedores mineros, por parte del ex Clúster Minero del Sur del Perú, no fue hasta el 2020 en que recién se realizó por primera vez en la historia un levantamiento de información a través del Estudio de Proveedores Mineros del Perú 2021, liderado por SAMMI.

Este es ciertamente un hito para el ecosistema minero peruano, ya que proporciona una línea base a partir de la cual se puede definir metas y objetivos para su crecimiento y desarrollo. De igual forma, es un insumo para la generación de políticas públicas e iniciativas privadas de promoción al sector de empresas proveedoras mineras. El diseño del estudio y logística para su realización se dio con la colaboración de empresas e instituciones tanto del sector privado como del público, y se tomó como referencia las encuestas y estudios realizados en Australia y Chile, presentados anteriormente.

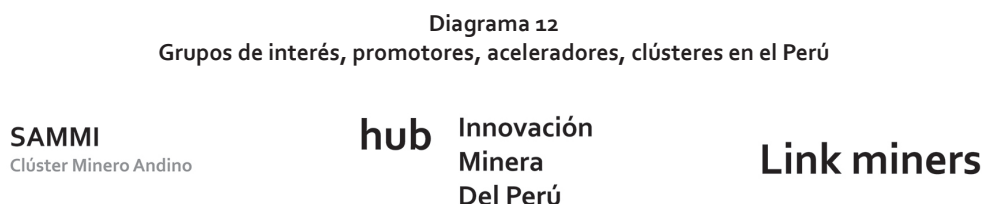
Con respecto a los grupos de interés del ecosistema y su interacción, en el Perú, a diferencia de Australia y Chile, las instituciones y programas ligados exclusivamente al desarrollo de proveedores mineros están recién en formación (véase el diagrama 11).



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

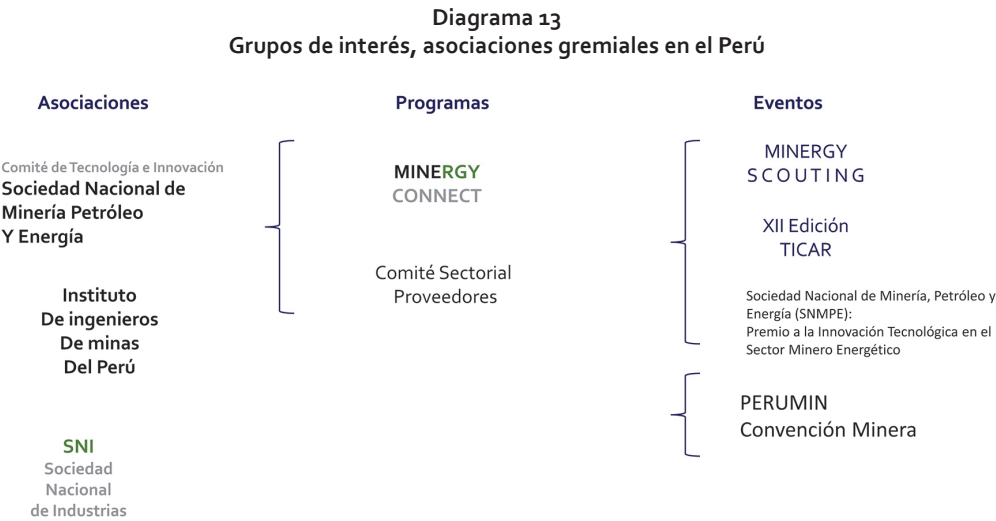
El involucramiento de instituciones estatales es también reciente, impulsado principalmente en torno al desarrollo e implementación de la HRT-PTM. Asimismo, es a partir del 2021 en que el Ministerio de Economía y Finanzas crea la Mesa Ejecutiva de Desarrollo de Proveedores Mineros, la cual también, debido a otras prioridades de gobierno, ha disminuido sus actividades. Por su lado, las instituciones estatales ligadas a la investigación y desarrollo no cuentan con programas exclusivos para el sector minero, salvo los impulsados por el Instituto Tecnológico de la Producción.

Es recién a partir del 2018 en que se generan iniciativas como el Clúster Minero del Sur del Perú (hoy SAMMI), así como el Hub de Innovación Minera y Linkminers (véase el diagrama 12) con el objetivo de impulsar principalmente programas de innovación abierta juntando los desafíos que enfrentan las empresas mineras con las posibles soluciones que brindan los proveedores principalmente locales.



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

En cuanto a asociaciones gremiales (véase el diagrama 13), en el Perú no existe una asociación exclusiva de proveedores mineros, salvo la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) y las Cámaras de Comercio (regionales y ligadas a diversos países como Alemania, Australia, Canadá, Chile y Estados Unidos), las cuales reúnen a los industriales y proveedores en general.



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

Como se ha mencionado, el Perú, comparado con Australia y Chile, tiene un arreglo institucional más reciente, aunque se observa un creciente dinamismo e incorporación de los conceptos de innovación (SAMMI, 2021). Asimismo, a diferencia de los otros países, el sector privado tiene un mayor peso específico en el impulso de iniciativas que fomenten el desarrollo de proveedores sobre una base de cooperación e innovación.

IV. Cooperación transnacional entre clústeres

No es nuevo que exista cooperación transnacional entre entidades ligadas al desarrollo de proveedores minero e innovación, con el objetivo de atender mejor las necesidades de las empresas y cumplir sus objetivos. Impulsar la cooperación transnacional puede incrementar la internacionalización de las empresas pertenecientes a los clústeres, aumentando sus mercados y acceder también a nuevas tecnologías que no estarían disponibles en sus propios países o incluso buscar colaboración para el desarrollo de estas (Europe INNOVA y PRO INNO Europe, 2008).

Desde hace algunos años, se observa el intercambio entre diversas organizaciones de los tres países bajo análisis. Más recientemente, en el caso peruano, por ejemplo, el intercambio ha tenido como objetivo aprender de los desarrollos en Australia y Chile, al ser la iniciativa más incipiente. El diagrama 14 muestra, sin buscar ser exhaustivo, algunas de las instituciones de los tres países que han participado o participan de intercambios de experiencias y colaboran entre sí. Incluso, actualmente algunas están participando en sus desafíos de innovación abierta o programas en conjunto, como el más reciente acuerdo entre SAMMI (Perú) y la Corporación Alta Ley (Chile) sobre crear un ecosistema para la producción del hidrógeno verde. La presencia de empresas mineras internacionales en cada país, con una red global existente e incluso contratos a nivel global, pueden facilitar también el intercambio entre las organizaciones de proveedores.

Existen diversas razones para fomentar la cooperación entre países (Kompetenznetze, 2007): fortalecer una posición de liderazgo mundial, facilitar acceso a mercados objetivo, acceder a conocimiento o tecnologías no disponibles, e intercambiar información y experiencia a nivel internacional. Sin embargo, como señala el estudio de Europe INNOVA y PRO INNO Europe (2008), ello no está exento de barreras que deben tomarse en cuenta: barreras de comportamiento (prácticas estratégicas y operacionales), barreras por políticas existentes (regímenes regulatorios), barreras naturales (diferencias en el lenguaje y cultura) y barreras de información (contactos e información de las capacidades). Asimismo, puede existir una falta de confianza o recelo natural por temor a competencia. Sin embargo, puede abrir oportunidades de financiamiento para pequeños emprendedores, por ejemplo. En general, se ha observado, para el caso europeo, que la cooperación entre clústeres facilita, por lo menos, el aprendizaje mutuo y el intercambio de buenas prácticas, así como en la apertura de nuevas oportunidades de negocio y desarrollo de estrategias comunes.

Diagrama 14
Cooperación transnacional



Fuente: Elaboración propia con base en diversas instituciones.

V. Conclusiones e implicancias generales

Este documento analiza cómo se han desarrollado y están organizados los ecosistemas de proveedores mineros en Australia, Chile y Perú, lo cual incluye la revisión de las políticas, estrategias y hojas de ruta que han permitido su evolución, incluyendo a los grupos de interés que participan y sus formas de organización e interacción interna y externa, es decir, su forma de gobernanza.

Las principales conclusiones y recomendaciones que se derivan de este análisis se listan a continuación:

- La evidencia encontrada indica que el impulso y desarrollo de un sector como el de proveedores mineros (METS) requiere contar con una política, aspiración, estrategia y visión de largo plazo, consensuadas por diversos grupos de interés. El caso australiano, principalmente, es el mejor ejemplo de cómo contar con objetivos claros, integrales y consistentes puede ayudar a impulsar el desarrollo de proveedores, lo cual puede tomar décadas en madurar. Si bien la experiencia de un país no es exactamente replicable en otros, sí puede tomarse como referencia en cuanto lineamientos y lecciones aprendidas. En el caso chileno se observa más claramente cómo el contar con aspiraciones y también una mentalidad de buscar soluciones a problemas presentes y futuros, puede impulsar la interacción, consensos y desarrollo de iniciativas que impulsen el desarrollo de proveedores con base tecnológica.
- El crecimiento de los proveedores mineros ha venido de la mano del impulso y consolidación de los distintos mecanismos de gobernanza establecidos a lo largo de los años en cada uno de los países. Australia cuenta con el sistema de gobernanza más desarrollado, con políticas y estrategias (y monitoreo y redición de cuentas) de largo plazo y financiadas, donde se tiene muy claro que la minería no existiría sin METS y viceversa. Asimismo, se tiene claro el impacto tanto a nivel macro como microeconómico que genera el impulso de la METS.
- Resalta la importancia de contar con por lo menos una organización que agrupe e impulse el desarrollo de proveedores, y que permita diseñar e implementar iniciativas y estrategias conjuntas frente al Estado y empresas privadas. En Australia, por ejemplo, existen instituciones como Austmine; en Chile, Asociación de Proveedores Industriales de la Minería (APRIMIN) y otras, pero en el Perú, no existe algo similar aún. En ese sentido, resulta necesario impulsar una iniciativa de política sobre ello.

- Las interacciones formales e informales deben plasmarse en políticas y hojas de ruta para lograr el impulso requerido. Se esperaría que la naturaleza de largo plazo del sector minero debiera permitir mantener ese enfoque sin mayores cambios en el objetivo principal. El fomento de espacios formales e informales de intercambio es fundamental para que ello ocurra, lo cual puede establecer como parte de una política pública.
- El desarrollo de proveedores mineros en cada uno de los países analizados está en distintas etapas, pero se observa una creciente interacción e incluso sinergias entre las empresas, proveedores e instituciones públicas y privadas involucradas de los distintos países, aunque tal vez con distintos objetivos. Ello, sin embargo, de ser bien manejado y aprovechado puede traer múltiples beneficios a los involucrados, pues existen oportunidades de trabajo conjunto sobre todo para desafíos transversales a la industria de solución de largo plazo, que requiera sumar esfuerzo y experiencias transnacionales.
- El impulso y apoyo inicial y actual hacia el desarrollo de METS e I+D+I, en cada uno de los países, ha sido distinto, mientras que en Australia y Chile la participación pública y privada ha sido más articulada, en el Perú el empuje está siendo liderado por iniciativas privadas. Es aquí donde existe la necesidad de una política más clara en cuanto a un enfoque integral de fomento de I+D+I.
- La generación de información y actualización constante son claves para poder tomar decisiones de política pública y medir su impacto. Ello podría impulsarse también como parte de una política pública que permita obtener información periódica, sistemática y de acceso público.
- Contar con un enfoque colaborativo entre los distintos grupos de interés involucrados es clave para el desarrollo de las METS.
- Las estrategias, planes de acción y financiamiento deben ser constantes en el tiempo y de largo plazo; pues los resultados de I+D+I toman tiempo.
- Las estrategias de I+D+I deben ser integrales, incluyendo el desarrollo de recursos humanos, así como el de comunidades aledañas a las minas, por ejemplo.
- Debe analizarse a mayor profundidad la importancia del capital humano, pues sin este no es posible desarrollo de las aglomeraciones.
- Para la formulación de políticas, también es importante considerar la experiencia existente en el desarrollo de clústeres tanto de otras regiones como de otros sectores económicos, que han tenido más años de desarrollo (y estudio) que los mineros.

Bibliografía

- Almonte, H. y Sánchez, R. (2016), "Hacia una nueva gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe". Libros de la CEPAL, N° 139 (LC/G.2679-P), Santiago de Chile.
- Alta Ley (2021), "Benchmark, Programas de Desarrollo de Proveedores Mineros (METS)". Alta Ley de los Recursos Naturales al Conocimiento, Chile.
- ____ (2019), "Hoja de Ruta 2.0 de la minería chilena, actualización y consensos para una mirada renovada". Alta Ley de los Recursos Naturales al Conocimiento, Chile.
- AUSTMINE (2020), "National METS Survey". Austmine Smart Mining.
- Australian Government (2021), "Responsible, reliable, ready for the future - Australia's global resources statement". Australian Government Department of Industry, Science, Energy and Resources.
- ____ (2020), "National resource statement, pursuing our 2030 vision, 2020 update". Department of Industry, Innovation and Science.
- ____ (2019), "Commonwealth of Australia National Resources Statement". Department of Industry, Innovation and Science.
- ____ (2018), "Resources 2030 Taskforce, Australian resources—providing prosperity for future generations". Department of Industry, Innovation and Science.
- ____ (2017), "Australia 2030: prosperity through innovation". Australian Government, Canberra.
- ____ (2005), "Knowledge intensive service activities in the mining technology services industry in Australia". Australia.
- Bergman, E. y Feser, E. (1999), "Industrial and regional Clusters: Concepts and Comparative Applications", West Virginia: Regional Research Institute, West Virginia University.
- Calzada, B. e Iizuka, M. (2020), "How does innovation take place in the mining industry? Understanding the logic behind innovation in a changing context". MERIT Working Papers 2020-019, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).
- Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO, 2021), "Encuesta de Innovación en Empresas Proveedoras de la Gran Minería". COCHILCO, Chile.
- ____ (2020a), "Encuesta de Innovación en Empresas Proveedoras de la Gran Minería". COCHILCO, Chile.
- ____ (2020b), "Investigación, Desarrollo e Innovación en la Minería Chilena". COCHILCO, Chile.
- ____ (2020c), "Levantamiento de indicadores o métricas para medir la innovación tecnológica de los proveedores mineros". COCHILCO, Chile.
- ____ (2020d), "Caracterización del mercado laboral minero en Chile". COCHILCO, Chile.
- ____ (2017), "Encuesta de Innovación en Empresas Proveedoras de la Gran Minería". COCHILCO, Chile.

- Comisión Minería y Desarrollo de Chile (2014), "Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile, Informe a la Presidenta de la República, Michelle Bachelet". Consejo Nacional de Innovación y Competitividad, Comisión Minería y Desarrollo de Chile.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO, 2017), "Mining Equipment, Technology and Services, A Roadmap for unlocking future growth opportunities for Australia".
- _____. (2020), "Annual Report 2020-21". CSIRO Futures is the strategic advisory arm of Australia's national science agency.
- Consejo Minero (2021), "Cifras actualizadas de la minería". En línea: <https://consejominero.cl/mineria-en-chile/cifras-actualizadas-de-la-mineria/>.
- CRISO y National Australia Bank (2019), "Australian National Outlook". CSIRO Futures is the strategic advisory arm of Australia's national science agency.
- De Propis, L. (2001), "Systemic flexibility, production fragmentation and cluster governance", *European Planning Studies*, 9(6), p.739-753.
- De Propis, L. y Wei, P. (2007), "Governance and Competitiveness in the Birmingham Jewellery District", *Urban Studies*, 44(12), 2465-2486.
- DELOITTE (2017), "Mining and METS: engines of economic growth and prosperity for Australians". Report prepared for the Minerals Council of Australia.
- ELEVA y Consejo De Competencias Mineras (2021), "Estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería 2021-2030". Santiago de Chile.
- EUROPE INNOVA y PRO INNO EUROPE (2008), The Concepts of Clusters and Cluster Policies and their Role for Competitiveness and Innovation: Main Statistical Results and Lessons Learned", Paper No.9, Commission Staff Working Document SEC 2637.
- Expande (2019), "Estudio de Caracterización de Proveedores de la Minería Chilena". Expande, Fundación Chile, Brinca.
- Fundación Chile (2016), "Desde el Cobre a la Innovación, Roadmap Tecnológico 2015-2035". Fundación Chile y Programa Nacional de Minería Alta Ley.
- Giuliani, E., Pietrobelli, C. y Rabellotti, R. (2005), "Upgrading in Global Value Chains: Lessons from Latin American Clusters", *World Development*, 33(4), 549-573.
- Hemmert, M. (1999), "'Intermediate organization' revisited: a framework for the vertical division of labor in manufacturing and the case of the Japanese assembly industries", *Industrial and Corporate Change*, 8(3), 487-517.
- Jessop, Bob (1999), "The rise of governance and the risk of failure", *International Social Science Journal*, 50(155), 29-45.
- Johnston, R. (2004), "Clusters: A review of their basis and development in Australia Innovation: *Management, Policy & Practice*, 6(3), 380-391.
- Kompetenznetze (2007), "Internationalisation of Networks: Barriers and Enablers – Study: empirical analysis of selected European networks", Berlin, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- Labó, F., R. (2021) "Hacia un Clúster Minero en el Sur del Perú". Documento de Política, Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES).
- Lahera, Eugenio (2004), "Política y Políticas Públicas", (LC/L.2176-P) Serie Políticas Sociales, CEPAL.
- León, M. y Muñoz C. (2019), "Guía para la elaboración de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales, Serie Recursos Naturales y Desarrollo", No. 192 (LC/TS.2019/52), Santiago, Chile.
- Lindqvist, G.; Ketels, C. y Sölvell, Ö. (2013), "The Cluster Initiative Greenbook 2.0". Ivory Tower Publishers, Stockholm.
- Marshall, A. (1890), "Principles of Economics". London, Macmillan.
- Markusen, A. (1996), "Sticky places in slippery space: A typology of industrial districts", *Economic Geography*, 72(3), p.293-313.
- Meller, P. (2019), "Tecnología e Innovación en los Sectores de Recursos Naturales". Documento de trabajo, [en línea] http://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/09/Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-en-los-Sectores-RRNN_final.pdf.
- Meller P. y Gana J. (2015), "El desarrollo de proveedores mineros en Australia: Implicancias para Chile". [en línea] https://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/02/El_desarrollo_de_proveedores_mineros_en_Australia_Implicancias_para_Chile.pdf.

- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (2021), "Conforman la "Mesa Ejecutiva para el Desarrollo del sector de Proveedores Mineros", con la finalidad de articular esfuerzos y contribuir con el fortalecimiento y desarrollo del sector", Resolución Ministerial No. 337-2021-EF/10.
- Ministerio de Energía y Minas del Perú (2020), "Ampliación del Plan Estratégico Institucional 2020-2025". [en línea] <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/AmpliacionPEI2020-2025-Visado.pdf>.
- Ministerio de Minería de Chile (2021), "Anteproyecto Minería 2050, Política Nacional Minera". Proyecto en línea: <https://www.politicanacionalminera.cl/>.
- ____ (2020), "Insumos para la Política Nacional Minera 2050". [en línea] <https://www.politicanacionalminera.cl/wp-content/uploads/2020/06/Insumos-para-la-PNM-2050.pdf>.
- Ministerio de la Producción Del Perú (2021), "Decreto Supremo que aprueba la Hoja de Ruta Tecnológica para los Proveedores Tecnológicos de la Minería y crea Comisión Multisectorial de naturaleza temporal", Decreto Supremo N° 008-2021-PRODUCE.
- Molina, O., Olivari, J. y Pietrobelli C. (2016), "Global value chains in the Peruvian mining sector". IDB Technical Note 1114.
- Pietrobelli, C. (2002), "Industrial Districts' Evolution and Technological Regimes: Italy and Taiwan". *Technovation*, 24(11), 899-914, 2004.
- Porter, M. E. (2003), "The economic performance of regions", *Regional Studies*, 37(6,7): 549-578.
- ____ (2000), "Location, competition, and economic development: local clusters in a global economy, Economic Development", *Quarterly*, 14(1), p.15-34.
- PROCHILE (2021), "Reporte de Exportaciones de Proveedores Mineros 2021". [en línea] <https://cdc.prochile.cl/documento/reporte-de-exportaciones-de-proveedores-mineros-2021/>.
- RIMAY (2019), "Visión de la Minería en el Perú al 2030". [en línea] https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=9757&idMenu=sub149&idCateg=1884.
- SAMMI, Clúster Minero Andino (2021), "Estudio de Proveedores Mineros del Perú". [en línea] <https://www.sammi.pe/noticias/primer-estudio-de-proveedores-mineros-del-peru-2021>.
- Schumpeter, J. A. (1939), "Business cycles. A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process", McGraw-Hill, New York/London.
- State of Queensland (2017), "Queensland Mining Equipment, Technology and Services 10-Year Roadmap and Action Plan". Department of State Development, Manufacturing, Infrastructure and Planning, Australia.
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and The Pacific (UNESCAP 2009), "What is Good Governance?". [en línea] <https://www.unescap.org/sites/default/files/good-governance.pdf>.
- Steuart, I. (2019), "A Critical Review of International Cluster and the Sector-Support Initiatives in the Mining Equipment & Machinery Sector". The Industrial Development Think Tank (IDTT).
- Urzúa, O. (2020), "Cadenas de Valor de la Minería Chilena. Procesos de Innovación y Fortalecimiento Capacidades y condiciones habilitantes para la creación y retención de valor en el sector minero-metalúrgico chileno impulsando un desarrollo sostenible en el Siglo XXI". [en línea] https://www.politicanacionalminera.cl/wp-content/uploads/2021/03/Cadena_de_Valor_e_Innovacion_PNM_2050.pdf.
- Valor Minero (2018), "Agencia de Diálogo Territorial para Proyectos de Inversión, Propuesta de Política Pública". Santiago de Chile.
- Ybarra, J. y Domenech-Sanchez, R. (2012), "Modos de Gobernanza Territorial y Efectividad de la Política de Clúster". [en línea] <https://old.aecr.org/web/congresos/2012/Bilbao2012/htdocs/pdf/p319.pdf>.

En este documento se analizan los modos de gobernanza de los clústeres mineros de Australia, Chile y el Perú, incluidos sus grupos de interés y sus procesos de formación y desarrollo, así como su estado actual y potenciales oportunidades. También se analiza el impacto que tienen los clústeres sobre el desarrollo de los proveedores mineros y procesos de innovación. Se compara el rol del Estado con el del sector privado, y el papel de los instrumentos y mecanismos para potenciar el desarrollo de clústeres y proveedores mineros.

Se observa que existe un desarrollo desigual en términos de organización, políticas, visión, hojas de ruta y principales actores identificados. Coexisten diversas brechas, desafíos y factores de éxito que impulsan la innovación, el desarrollo tecnológico, los encadenamientos y la diversificación productiva. En los países analizados, los clústeres mineros y sus proveedores se encuentran en distintas etapas de desarrollo, organización y gobernanza, lo que genera oportunidades de trabajo conjunto y complementariedades. Las diferencias en las etapas de desarrollo se deben a los distintos momentos en que cada país inició el impulso tanto público como privado de los clústeres, así como a sus diferentes formas de organización y de desarrollo político y económico.