



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE EXPERIENCIAS DE PLANEACIÓN MINERA EN OTROS PAÍSES

ANEXO 2

Contrato CO1.PCCNTR.6447138

SEPTIEMBRE
2024

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	2
2	SÍNTESIS DE ESTRATEGIAS MINERAS.....	4
2.1	Desarrollo minero y economía	6
2.2	Retos sociales.....	7
2.3	Protección ambiental	7
2.4	Institucionalidad.....	8
3	ANÁLISIS COMPARADO DE DESARROLLO MINERO.....	10
3.1	Encadenamientos productivos	10
3.2	Cierre de minas y pasivos ambientales mineros	13
3.3	Transición energética.....	18
3.4	Tributación e incentivos económicos	26
3.5	Cooperación internacional	31
3.6	Seguridad alimentaria	33
3.7	Manejo de la informalidad y la ilegalidad	34
3.8	Comunidades étnicas.....	37
3.9	Resumen de la implementación estrategias.....	39
4	CONCLUSIONES.....	45
5	REFERENCIAS.....	47

1 INTRODUCCIÓN

La minería ha jugado un rol protagónico en la economía de muchos países, tanto por ser proveedor de materias primas para otros sectores, como por los mismos ingresos que provee tanto a los territorios mineros como al fisco. En varios de estos países, el desarrollo de la actividad se ha dado en el marco de documentos de planeación elaborados por los gobiernos nacionales, los cuales buscan entregar una hoja de ruta basada en diferentes medidas o acciones tendientes a aprovechar el potencial de la industria minera, de cara a las transformaciones a escala nacional y global, en los ámbitos económico, ambiental, social y político.

Con el ánimo de aprender de las experiencias de planeación del sector minero de otros países, el presente capítulo contiene, en primer lugar, una síntesis de las estrategias contenidas en los documentos de planeación, estratégica o política minera de países que, por sus características y disponibilidad de información, pueden aportar algunas enseñanzas a la formulación de este plan de desarrollo minero para Colombia. En el mismo sentido, luego de esta síntesis se elabora una evaluación de algunos de los resultados de la implementación de tales estrategias en los países seleccionados, considerando no solo los aciertos sino también posibles dificultades o barreras encontradas.

Para la selección de los países que hicieron parte de este análisis, se partió por una primera ronda de pre-selección a partir de los siguientes criterios: trayectoria minera, consideraciones regionales, calidad de la información, y la disponibilidad de documentos donde se exponga el plan, estrategia o política de desarrollo minero de cada país. Como resultado de esta ronda, surgieron países como Alemania, Polonia, Suecia, Noruega y Finlandia en el caso del continente europeo, India e Indonesia de Asia, Australia de Oceanía, Canadá y México de Norteamérica, y Brasil, Chile, Perú y Argentina en América del Sur. Para África, si bien hay varios países con alguna vocación minera, únicamente se encontró información relevante sobre planeación minera para el caso de Ghana y Sudáfrica.

Posteriormente, de los anteriores países se eligieron doce para un análisis preliminar en cuanto a sus características de actividad minera y de planeación del sector. Entre los aspectos o criterios de análisis de la minería de estos países estuvieron los siguientes: el índice de contribución minera (MCI) publicado por ICMM (2022), la renta minera como porcentaje del PIB en 2021 (Banco Mundial), año del plan, información sobre encadenamientos productivos o aprovechamiento de minerales, estrategias incluidas en el plan de desarrollo minero, minerales producidos y estratégicos, minerales para la transición energética, y minerales para la seguridad alimentaria. A modo de ejemplo, la tabla 1 muestra parte de la matriz de análisis para la comparación de los países considerados en esta etapa.

Tabla 1. Extracto de la matriz de análisis

	Argentina	Australia	Brasil	Canadá	Chile	India	México	Noruega	Perú	Polonia	Sudáfrica	Suecia	Colombia
MCI ^a	42,6	88	77,7	71,2	88,2	53,4	60,6	47,4	84,8	49	86,4	60,9	74,3
Renta minera/ PIB (%) ^b	0,6	10,5	4,5	1,2	16,2	1,3	2,3	0	12,1	0,47	3,8	1	0,9
Año del plan	2024	2021	2010	2020	2022	2019	2012	2023	2020	2022	2022	2013	2017

^a Mining Contribution Index del ICMM (2022)

^b Banco Mundial

A partir de aspectos tales como la tradición minera, estrategias relacionadas con encadenamientos productivos o cierre de minas, similitud con algunos minerales producidos en Colombia, así como la disponibilidad de información secundaria preliminar que permitiera la evaluación de las estrategias de su plan o política minera, se eligieron los siguientes cinco países: Canadá, Australia, México, Sudáfrica y Polonia. Adicionalmente, dentro de este análisis se incluyeron las experiencias de Noruega y Perú en cuanto a sus medidas para encadenamientos productivos, y de cierre de minas y manejo de la informalidad minera, respectivamente.

Los aspectos sobre los cuales se enfocó el análisis de las estrategias para el desarrollo de la minería, a partir de la información disponible para los cinco países señalados, fueron los siguientes:

- Encadenamientos productivos y aprovechamiento de minerales.
- Enseñanzas en el cierre de minas y pasivos ambientales mineros.
- Minería para la transición energética.
- Tributación e incentivos económicos.
- Posibilidades de cooperación internacional.
- Seguridad alimentaria.
- Manejo de la informalidad y la ilegalidad minera.
- Comunidades étnicas.

En la siguiente sección se presenta una comparación y síntesis de las estrategias mineras de los siete países objeto de análisis. Luego, en la sección 3 se exponen los resultados del análisis comparado de estas estrategias y otros aspectos de la política minera. Como se mencionó previamente, este proceso de evaluación estuvo especialmente interesado en conocer los logros y posibles barreras para aquello propuesto en los planes de desarrollo minero, así como estrategias innovadoras que sirvan de referente para la elaboración de este Plan de Desarrollo Minero. De las principales enseñanzas de esta evaluación, en la sección final de este capítulo se presentan las conclusiones del análisis comparado de la planeación del desarrollo minero en otros países, y algunas propuestas que sirvan como insumo para el Plan de Desarrollo Minero de Colombia.

2 SÍNTESIS DE ESTRATEGIAS MINERAS

En esta sección se realiza una síntesis de las estrategias contenidas en los documentos de planeación minera de los países seleccionados (Australia, Canadá, México, Polonia y Sudáfrica). Se incluye además a Noruega por sus estrategias sobre encadenamientos productivos y reciclaje, y Perú por su experiencia en el manejo de la minería informal. En general, estas estrategias buscan equilibrar el desarrollo económico con la responsabilidad ambiental y social, asegurando que el sector minero siga siendo una parte esencial de la economía, mientras se minimizan sus impactos negativos. La tabla 2 condensa las estrategias identificadas para estos siete países, cuya descripción detallada se presenta en el anexo.

Como se observa, las estrategias propuestas para cada uno de estos países son diversas y apuntan al desarrollo de la minería a partir del trabajo en varios frentes, desde aspectos propios de la actividad tales como la inversión sectorial, la promoción de la exploración o el manejo de aspectos ambientales y laborales, hasta particularidades que hacen parte del entorno o contexto de la minería tales como la contribución del sector al desarrollo económico local y nacional, incluyendo aspectos de relacionamiento con las comunidades en territorios mineros.

Teniendo en cuenta la diversidad de estrategias y los pilares o frentes de acción que cada una de estas aborda, la síntesis presentada en esta sección se clasifica en cuatro componentes: desarrollo minero y economía, retos sociales, protección ambiental, e institucionalidad.

Tabla 2. Estrategias para el desarrollo minero

Australia	Canadá	México	Noruega
<ol style="list-style-type: none"> 1. Atraer Inversiones 2. Desarrollar Infraestructura 3. Promover la exploración 4. Desarrollar la fuerza laboral 5. Fomentar la sostenibilidad 6. Desarrollo regional 7. Seguridad y salud 8. Innovación y tecnología 9. Regulación y gobernanza 10. Transparencia y responsabilidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo económico y competitividad 2. Avanzar en la participación de los pueblos indígenas 3. Protección del medio ambiente 4. Ciencia, tecnología e innovación 5. Comunidades 6. Liderazgo global 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mayores niveles de inversión y competitividad 2. Aumento del financiamiento en el sector y su cadena de valor 3. Fomento de la pequeña y mediana minería y de la minería social 4. Modernizar la normatividad institucional y mejorar los procesos de atención a trámites 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rapidez en realización de nuevos proyectos 2. Contribución a la economía circular 3. Sostenibilidad 4. Acceso a capital privado 5. Proveedor de cadenas verdes de valor
Perú	Polonia	Sudáfrica	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocimiento de la población a la minería. 2. Formalizar la minería informal y modernizar el marco legal minero. 3. Promover la remediación de pasivos ambientales 4. Mejorar la gestión social en las áreas de influencia de la minería 5. Contar con personal calificado, suficiente y motivado 6. Contar con un sistema de información integrado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prospección, exploración y documentación de yacimientos minerales. 3. Condiciones legales favorables para los inversionistas 4. Protección de yacimientos minerales 5. Cooperación internacional para asegurar el acceso a las materias primas 6. Adquirir materias primas de depósitos antropogénicos y apoyar el desarrollo de la economía circular 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Empoderamiento Económico de Negros (BEE, sigla en inglés) 2. Representación étnica en la de empresas mineras 3. Inversión en programas de desarrollo de habilidades a empleados y comunidad local 4. Incentivo a las empresas mineras a procesar minerales localmente para agregar valor y fomentar la industrialización del país. 5. Inversión en proyectos de desarrollo comunitario 6. Mejorar condiciones laborales 7. Transparencia y responsabilidad 8. Sostenibilidad ambiental 9. Fomento de proveedores locales y diversificación económica 	

2.1 Desarrollo minero y economía

Un punto central de los planes de minería revisados es su apuesta por atraer inversión minera, extranjera y nacional, e incrementar la competitividad del sector, buscando asegurar así los beneficios económicos que la minería trae consigo, pero garantizando también que las comunidades se beneficien a través de la creación de empleo, el desarrollo de infraestructura, de la industria, así como en salud y educación.

Medidas tales como mejora de la información geológica y de recursos, y la participación en eventos internacionales, y difusión de información sobre las posibilidades de la actividad minera nacional, permitirían alcanzar este objetivo. En el caso de Polonia, la información sobre la disponibilidad de minerales interesa no solo porque posibilita la planificación de la actividad en cuanto a los procesos de exploración y extracción, sino además por la posibilidad de conocer el potencial cubrimiento de la demanda interna de materias primas convencionales, estratégicas y críticas, con recursos propios y con importaciones.

El establecimiento de una compañía minera estatal para proyectos de extracción de minerales estratégicos, así como estímulos para la extracción de minerales críticos, creación de valor y mayores beneficios para las comunidades locales también sobresale como una de las medidas para el fortalecimiento de la actividad minera en Noruega.

Dentro del fortalecimiento de los encadenamientos productivos alrededor de la minería, se busca incentivar el desarrollo y la consolidación de proveedores nacionales que surtan al sector, así como fomentar la formación de clústeres mineros acorde a las condiciones regionales y nacionales, que incluyan las alianzas con universidades y centros tecnológicos en miras a incorporar dentro de las operaciones mineras tendencias tales como la inteligencia artificial o la realidad virtual. En general, la innovación y el desarrollo tecnológico se ven como un componente clave de la estrategia para ganar competitividad en la industria minera global, teniendo en cuenta el desempeño ambiental.

Adicionalmente, varias provincias de Canadá han desarrollado planes que promuevan la extracción y procesamiento de minerales críticos requeridos para la fabricación de componentes de tecnología limpia. Dentro de la visión como proveedor de materias primas de cadenas verdes de valor, el gobierno de Noruega plantea medidas tales como el desarrollo de industrias de procesamiento y reciclaje de minerales, y contribución a iniciativas globales para la trazabilidad de minerales.

En cuanto a la pequeña y mediana minería, en México se ha propuesto el ofrecimiento de asesoría geológica-minera y metalúrgica a este tipo de actividad, así como el financiamiento a proyectos de pequeña minería, y capacitación en explotación, beneficio y comercialización de minerales, mejorar las condiciones de trabajo y vida de las comunidades mineras.

2.2 Retos sociales

Con el fin de avanzar en la reconciliación con los pueblos originarios, se han entablado acciones en procura de establecer alianzas que permitan algún tipo de participación de pueblos indígenas en la industria minera. En este sentido, el componente social de la planeación minera en Australia, Canadá y Sudáfrica se basa en la relación con las comunidades locales y los pueblos indígenas, el desarrollo comunitario, el empleo local, la capacitación y el desarrollo de habilidades. Se prioriza la contratación de trabajadores locales y ofrecer programas de capacitación para mejorar sus habilidades y oportunidades de empleo. Las iniciativas de inversión en programas de formación y educación para asegurar una fuerza laboral cualificada y preparada para los desafíos futuros del sector minero es un punto muy fuerte, y no menos importante la colaboración con instituciones educativas, para desarrollar programas de formación de la fuerza laboral técnica y profesional requerida para las operaciones mineras en el mediano y largo plazo.

Otro aspecto relevante es la inclusión de la perspectiva de género y la formación de talento humano para el desarrollo del sector. Es así como las estrategias mineras de México y Canadá establecieron principios para impulsar la equidad de género, buscando crear un entorno laboral más inclusivo y justo.

2.3 Protección ambiental

Los planes mineros revisados incluyen varias estrategias que buscan atenuar el impacto ambiental del sector minero, y promover el desarrollo sostenible. En este sentido, se promueve la realización de proyectos de preservación ambiental y el impulso a nuevas tecnologías que minimicen el impacto ecológico, con medidas tales como uso de maquinaria cero-emisiones a 2030, no uso de químicos que no sean ambientalmente certificados, y restauración de áreas mineras. Así mismo, se sugiere el no tener en cuenta planes de actividad minera que entren en conflicto con intereses ambientales del orden nacional o regional. En este mismo sentido, la extracción de recursos minerales debería estar abordada en los planes de uso del suelo.

Se resalta también dentro de esta revisión la iniciativa canadiense para el manejo de minas abandonadas, la cual abarca además la evaluación de riesgos y cambio climático, y la planeación para el cierre de minas. Al respecto, el gobierno australiano busca desarrollar y aplicar planes de rehabilitación de terrenos post-explotación para asegurar que los terrenos sean reutilizables y seguros. De manera similar, en Sudáfrica destaca, además de la implementación de prácticas para la gestión adecuada de residuos mineros y minimización de su impacto ambiental, la rehabilitación de tierras para asegurar que los terrenos donde hubo minería sean reutilizables y que se restaure la biodiversidad local.

Bajo el concepto de economía circular, la estrategia minera de los gobiernos noruego y polaco ve como un reto la reducción de residuos generados por la minería, lo cual implica pensar en procesos que permitan un mayor aprovechamiento de estos residuos, y mejoramiento en los métodos de disposición, a partir, por ejemplo, de un inventario de vertederos de residuos mineros, así como la construcción de conocimiento sobre fuentes de materias primas a partir de tales residuos, con su adecuada clasificación e indicación de direcciones para su potencial uso. La construcción de este conocimiento implica la celebración de convenios con universidades y centros tecnológicos, que pueda llevar además a desarrollar proyectos de eficiencia energética y de gestión eficiente del agua en las operaciones mineras, así como la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes dentro del sector minero.

Dentro de su política energética, el gobierno polaco viene promoviendo un ambicioso plan de cierre de las minas de carbón, para lo cual gobierno y los sindicatos del carbón acordaron en 2021, cerrar gradualmente todas las minas de carbón térmico de Polonia (excluidas las minas de carbón coquizable) hasta 2049. El plan garantiza que los trabajadores del sector carbonífero tendrán un trabajo hasta la jubilación, o a recibir un paquete de indemnización, bajo el compromiso de apoyar la transición económica en las principales regiones mineras carboníferas. Sin embargo, Polonia no tiene objetivos para eliminar gradualmente la extracción de lignito o la generación de electricidad a partir de lignito.

2.4 Institucionalidad

En cuanto a las acciones institucionales, los planes subrayan la necesidad de modernizar el marco regulatorio del sector minero, apuntando a su simplificación mediante el uso de herramientas tecnológicas y procesos administrativos más eficientes que permitan reducir costos y agilizar la atención de trámites para actividades relacionadas con la prospección, exploración y extracción de minerales, con cierto énfasis o prioridad hacia aquellos proyectos de exploración y extracción de minerales estratégicos, teniendo siempre presente el mínimo impacto ambiental posible, incluyendo la asistencia técnica y la minería de pequeña escala.

Es importante además crear un entorno jurídico adecuado para el desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con la extracción de materias primas (metano de carbón, gas de síntesis, producción y almacenamiento de hidrógeno, y almacenamiento de CO₂). Con el fin de garantizar la seguridad en la provisión de materias primas, el plan de desarrollo minero de Polonia incluye también el objetivo de protección de yacimientos minerales de importancia estratégica, para lo cual se ve como necesario modificar la legislación, así como el adecuado y eficaz funcionamiento de todos los órganos administrativos encargados del proceso de ordenación espacial y de los órganos de administración geológica.

Finalmente, la política nacional de materias primas del gobierno polaco plantea la difusión y promoción del conocimiento en materia de geología y minería con el objetivo de una mayor

educación social en materia minera y generar así conciencia en la sociedad sobre las medidas a implementar en el marco esta política.

En general, entre las estrategias de estos países se ve como necesario una regulación y gobernanza que facilite las operaciones mineras, asegurando la transparencia, la colaboración entre diferentes niveles de gobierno y con otros actores clave del sector minero para una gestión más efectiva. La figura 1 presenta un esquema general de esta síntesis de las estrategias de desarrollo minero analizadas en esta sección.

Figura 1. Síntesis de estrategias de desarrollo minero



3 ANÁLISIS COMPARADO DE DESARROLLO MINERO

3.1 Encadenamientos productivos

En Australia, los encadenamientos productivos en el sector minero abarcan diversas etapas de la cadena de valor, desde la extracción y su exportación en algunos casos, pasando por el procesamiento hasta la manufactura de ciertos bienes, en procesos que integran múltiples etapas que benefician tanto a la economía local como a los mercados globales. Por ejemplo, en el caso del hierro, se hace un proceso para eliminar impurezas antes de ser exportado y obtener mucho mayor valor, principalmente a China. De manera similar, el oro extraído se procesa para obtener un metal más puro que se oferta en mercados internacionales para su utilización en joyería, inversiones y tecnología (AusIMM, 2024).

Para Australia, Sudáfrica y Polonia, el carbón extraído se emplea como fuente energética o para usos industriales, ya sea a nivel interno o en otros países. Por ejemplo, Polonia es un eslabón crucial en la cadena de suministro de diversas materias primas minerales para el desarrollo de la Unión Europea y algunos países no europeos, y en algunos casos, garantizar la seguridad mineral de la comunidad. Esto se aplica en particular al carbón de coque, para el cual sus exportaciones alcanzan hasta el 70% de la producción polaca de este mineral, al igual que a otros minerales como la plata refinada (90% es exportado), el azufre elemental (más del 50% es exportado), y el cobre refinado (40% es exportado), aunque para este último la proporción tiende a disminuir debido al creciente consumo interno (Galos et al., 2021).

Existen algunos encadenamientos que requieren un mayor nivel de capacidad de transformación, y por lo tanto conllevan mayor generación de valor agregado. Para el caso de Sudáfrica, se encuentra, por ejemplo, la fabricación de productos químicos (metanol, etanol, fertilizantes, plásticos, resinas) y materiales de construcción (cemento, acero, hierro, ladrillos, tejas), que usan el carbón como uno de sus insumos, o de catalizadores y productos electrónicos a partir del platino extraído y procesado dentro del país. Solo para 2020, en Sudáfrica se produjeron 130 ton de platino, de lo cual cerca de un 50% se destinó a la producción de catalizadores automotrices (PPC, 2024; Sasol, 2024). Por otro lado, la Mining Charter (cámara minera) de Sudáfrica y las políticas gubernamentales exigen que las empresas mineras no solo extraigan minerales, sino que también inviertan en infraestructura y capacidades para procesar estos minerales localmente. Esto ha permitido que desde 2021 Sudáfrica capture más valor de su producción minera antes de exportar. Por ejemplo, la planta Vulcan de Tharisa, para el periodo 2021-2023 ha logrado recuperar hasta el 82% de cromo ultrafino de los residuos mineros. En 2023, Jubilee Metals firmó un acuerdo de expansión de su capacidad de procesamiento de cromo en Sudáfrica, con un objetivo de aumentar la capacidad a 720,000 toneladas anuales. Entre 2010 y 2020, el enfoque en el procesamiento

local de minerales contribuyó a la creación de aproximadamente 50,000 empleos adicionales en industrias como la manufactura, la ingeniería y los servicios de apoyo técnico.

La bauxita, como elemento fundamental para la producción de aluminio, predomina tanto en Australia como en Canadá. En este último, el clúster de aluminio de Quebec representa 60% de la producción de aluminio de América del Norte, e incluye casi 1500 empresas que brindan experiencia, procesamiento y otros servicios. Como característica adicional, estas instalaciones producen materia prima de alta calidad, e incluso algunas procesan chatarra reciclable, permitiendo la recuperación de materiales críticos como bismuto, indio, germanio, y galio, para su posterior reutilización en la industria manufacturera (Gobierno de Canadá, 2020).

El níquel extraído en Australia se procesa mediante tostado y fundición, y se utiliza en la fabricación de acero inoxidable y otras aleaciones. Por su parte, la industria canadiense del níquel, quinta a nivel mundial en términos de producción, produce algunos de los mejores productos derivados del níquel del mundo (Gobierno de Canadá, 2020). Productos de acero laminado como alambre y productos de fundición destacan como productos metálicos secundarios dentro de la industria canadiense, así como la producción de hierro. También en Canadá, productos metálicos terciarios, que requieren un procesamiento posterior, incluyen cubiertos, herramientas, artículos de ferretería, cables de comunicaciones y estampación de vehículos de motor con alto valor agregado. Por último, como parte de estas cadenas de valor, los servicios y los trabajos personalizados implican actividades especializadas como el tratamiento térmico, el grabado y el revestimiento u otros trabajos personalizados.

A partir de una estrategia para agregar valor por medio de encadenamientos productivos de los minerales, enfocada en industrias que descarbonizan la economía, el valor de la producción en las etapas de refinación y procesamiento (downstream) de la industria minera canadiense es aproximadamente el 60% del valor de lo extraído. Por ejemplo, en 2021, el valor añadido de la fabricación primaria de metales fue de 17.700 millones de dólares canadienses (Gobierno de Canadá, 2020). Se resalta así, para Canadá, las 29 fundiciones, refinerías e instalaciones de conversión de metales no ferrosos, para procesamiento de materias primas que contienen níquel, aluminio, cobre, oro, plata, cobalto, mineral de hierro, plomo, bismuto y metales del grupo del platino, así como la fabricación primaria de no metales como cal, cemento, hormigón y vidrio (House of Commons - Canadá, 2021).

Dentro de su estrategia de minerales críticos, Canadá está comprometido en transformar minerales críticos en productos de valor agregado. Esto se hace a partir de cadenas de valor con empresas canadienses de procesamiento secundario y terciario para la obtención de materias primas que sirvan de insumo para la fabricación de tecnologías de vanguardia, tener una economía de cero emisiones de GEI, así como para crear buenos empleos, y hacer su economía más grande y competitiva (House of Commons - Canadá, 2021). Por ejemplo, la construcción de baterías eléctricas incluye la exploración, extracción y procesamiento de diferentes minerales, la transformación de estos elementos en productos que pueden usarse

para fabricar baterías (químicos, ánodos, cátodos) y el ensamblaje de los componentes de la batería para formar un producto terminado. Si bien todavía se encuentra en las etapas de desarrollo, este tipo de cadena de valor podría crear muchas oportunidades comerciales para las empresas canadienses, apoyar la seguridad económica y nacional de Canadá y fomentar tecnologías en el marco de una “economía circular” que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Australia, por su parte, desde el año 2000 viene extrayendo litio, el cual es convertido en productos químicos utilizados en la fabricación de baterías recargables, cuya demanda está impulsada por su uso en vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos. Solo para el año 2020, su producción de litio se estimó en 55 mil toneladas, de las cuales se produjeron 715 mil baterías para autos eléctricos (Constable, 2023).

Algunas de las empresas más grandes del mundo vienen realizando inversiones multimillonarias en la cadena de suministro de baterías para vehículos eléctricos. Por ejemplo, empresas globales han comprometido más de 20 mil millones de dólares en Canadá desde 2022. Este movimiento de inversiones involucra reconocidas marcas como General Motors, Ford y Stellantis, Volkswagen y Northvolt, las cuales han realizado inversiones en la cadena de suministro de baterías para vehículos eléctricos en Canadá (Invest in Canada, 2024a). Por último, las empresas de Alberta están explorando la producción de litio a partir de salmuera y minerales valiosos a partir de corrientes de desechos, incluidos los relaves de arenas petrolíferas, y el Consejo de Investigación de Saskatchewan anunció la construcción de una planta de procesamiento de tierras raras, que mejorará las cadenas de suministro de América del Norte, contribuyendo así a la producción global de vehículos eléctricos e imanes (Gobierno de Canadá, 2020).

Si bien la estrategia minera noruega vigente apenas fue lanzada a mediados de 2023, este país ya viene proyectando desde años atrás, un fortalecimiento de su industria manufacturera a partir de la producción de minerales. Aquí se resaltan dos ejemplos. En 2019, el Servicio Geológico de Noruega expuso un recuento de los principales minerales producidos en este país y con usos en la fabricación de bienes necesarios para la llamada economía verde o la transición verde. No obstante, reconoce además que algunas cadenas de valor son complejas y requieren la importación de minerales que complementen el abastecimiento demandando por la industria nacional (NGU, 2019). Más recientemente, en marzo de 2024, en el marco de la llamada Alianza Verde, Noruega y la Unión Europea firmaron un acuerdo de asociación de la industria estratégica bilateral, con el objetivo de desarrollar cadenas de valor para la producción y suministro sostenible de materias primas críticas y baterías (Prestvik, 2024). En primer lugar, este acuerdo busca que Noruega aumente su participación en la provisión de ciertas materias primas críticas, y reducir así la vulnerabilidad y dependencia de la UE al suministro por parte de países como China. En segundo lugar, este acuerdo permite la incorporación de Noruega a la cadena de valor europea de producción de baterías (Gobierno de Noruega, 2024).

3.2 Cierre de minas y pasivos ambientales mineros

El cierre de minas es un componente crucial dentro de la gestión minera. Este proceso no solo implica el cese de las actividades extractivas, también abarca la restauración y rehabilitación de los terrenos, así como la prevención de riesgos ambientales futuros. En México, la regulación del cierre de minas está respaldada por un marco normativo que busca garantizar que estas actividades se realicen de manera responsable y sostenible, a partir de las siguientes recomendaciones (Silva Oliveros y Sánchez Salazar, 2021):

- Planes de cierre de minas de alto nivel y actualizados de forma regular.
- Desarrollo de mecanismos de garantía financiera para el cierre de minas, que cubran incluso situaciones imprevistas como la quiebra de la compañía, tales como fondos de fideicomiso o bonos de garantía.
- Búsqueda de opciones para las minas huérfanas y abandonadas dentro de la jurisdicción del Estado, con programas de rehabilitación financiados por el gobierno, que incluye la reutilización de estos sitios de manera segura.

La remediación de los pasivos ambientales mineros (PAM) se ha convertido en una cuestión crucial en el contexto de la minería en el Perú. En ese sentido, Perú, desde 2020, ha venido implementado el programa denominado “Remediación de Pasivos Ambientales Mineros”, el cual ha permitido la disminución de la contaminación por la existencia de estos pasivos, y por lo tanto, contribuir a tener una calidad ambiental más adecuada para la salud de población ubicada en el área de influencia de aquellos PAM registrados en el inventario oficial del Ministerio de minas y energía del Perú.

El concepto de la remediación voluntaria en la legislación peruana indica que cualquier persona o entidad, sea titular de la concesión minera o no, podrá asumir la responsabilidad de remediar o reaprovechar voluntariamente PAM inventariados o no, que estén ubicados en su propia concesión minera, de terceros o en áreas de libre disponibilidad. La política establece incentivos con apoyo a través de un fondo de remediación financiado a partir de una contribución deducida de los recursos por canon transferidos por las empresas mineras (Zolezzi et al., 2023).

Australia ha estado cerrando varias minas de carbón como parte de sus esfuerzos para reducir las emisiones de carbono y fomentar la transición hacia energías renovables. Un caso es la mina de carbón de Liddell; ubicada en Nueva Gales del Sur, cerró en 2023 después de más de 100 años de operación (Glencore, 2024). Para ayudar a los trabajadores mineros cesantes a encontrar nuevos empleos y adquirir nuevas habilidades, el gobierno australiano ha implementado varios programas. Uno de los programas es el plan Power+, el cual ha financiado programas de desarrollo de la fuerza laboral en comunidades mineras, que hace el

re-entrenamiento de trabajadores del carbón para ayudarlos a transitar a nuevos empleos y carreras, y programas de desarrollo de la fuerza laboral relacionados con la limpieza de minas (Writer, 2016). Previamente, el Programa de Capacitación para Trabajadores Desplazados de Nueva Gales del Sur se creó para afrontar con la pérdida de aproximadamente 4,300 empleos en la industria minera del carbón desde 1996 (NSW Department of Education and Training, 1999). Más recientemente, el Centro de Formación de Energía Eólica en Ballarat proporciona a los ex-trabajadores del carbón la oportunidad de adquirir habilidades necesarias para trabajar en la industria de las energías renovables (McKay, 2022), mientras que Servicios Australia ofrece información y apoyo financiero para los trabajadores que buscan reentrenarse, mejorar sus habilidades, o comenzar nuevos empleos que utilicen sus nuevas habilidades (Services Australia, 2021). Por otro lado, después del cierre de minas, Australia lleva a cabo proyectos de rehabilitación para restaurar tierras a su estado natural o para otros usos agrícolas (Constable, 2022).

En 2016, Canadá anunció la eliminación gradual de la electricidad a carbón sin reducción de emisiones para 2030 (Gobierno de Canadá, 2023a). Actualmente, solo la central eléctrica a carbón Boundary Dam 3 en Saskatchewan utiliza esta tecnología. La eliminación progresiva de la electricidad generada a partir de carbón en Canadá implica no solo la reducción en la demanda de este mineral, sino también la eliminación de más 12 millones de toneladas (Mt) de GEI para 2030 y casi 100 Mt para 2050 (Gobierno de Canadá, 2023a).

En Canadá, los cierres de minas están regulados. El cierre de un proyecto minero está sujeto a un programa de monitoreo post-cierre que incluye las condiciones estipuladas en los permisos de uso de tierras, las licencias de tierras, las licencias de explotación de minerales, licencias de agua y ambientales, y certificados de proyecto. Un plan de cierre y recuperación debe permitir ajustes a medida que avance la vida útil de la mina, para adaptarse a tecnologías y métodos nuevos o mejorados o a cambios en las regulaciones ambientales. Dentro de esta regulación, una empresa minera es responsable del sitio de la mina aún después de que cese la producción, incluida la remediación de cualquier complicación ambiental que pueda surgir. Los planes de recuperación de minas deben reflejar los principios del desarrollo sostenible, incluido el principio de que “quien contamina paga”.

Como parte del proceso regulatorio, cada empresa minera debe demostrar puede asumir los costos de recuperación y cierre. Los requisitos de garantía financiera para la recuperación y el cierre se establecen en la licencia de agua o en el contrato de licenciamiento de tierras del proyecto. La garantía financiera exigida a la empresa minera debe ser igual a la obligación total pendiente de recuperación de todas las tierras y cuerpos de agua en el sitio minero. Su estimación de garantía debe basarse en el costo de que un contratista externo realice el trabajo de recuperación necesario si la empresa no puede hacerlo (Gobierno de Canadá, 2022).

De acuerdo con el Reglamento de Uso Territorial del Suelo (TLUR) de Canadá, cada empresa debe presentar un plan final certificado de uso de la tierra durante sus operaciones a la

autoridad del uso del suelo, al menos 60 días antes de la finalización de una operación o vencimiento de un permiso de uso de la tierra. Según el TLUR, el operador de una mina debe devolver la superficie de la concesión mineral al estado más cercano posible a su original. Todos los edificios y equipos deben ser retirados del sitio dentro de los tres meses siguientes al abandono permanente de un sitio minero. Hasta tanto no se emita una carta de cumplimiento de todos los términos y condiciones, la empresa, como titular de los derechos, sigue siendo responsable de las obligaciones que surjan (Gobierno de Canadá, 2022).

En un esfuerzo por comprender mejor los impactos de la eliminación gradual del carbón y apoyar a los afectados, Canadá lanzó en 2018 el grupo de trabajo sobre una transición justa para los trabajadores y las comunidades de la energía a carbón de Canadá. En 2019, este grupo hizo las siguientes diez recomendaciones al Gobierno de Canadá en el tema de cierre de minas (WRI, 2021a):

1. Seguimiento, evaluación e informe público sobre el progreso del plan de transición justa para la eliminación del carbón.
2. Disponer de una legislación y reglamentos federales ambientales y laborales, así como en los acuerdos intergubernamentales pertinentes.
3. Establecer un fondo de investigación específico y a largo plazo para estudiar el impacto de la eliminación del carbón y la transición a una economía de bajo consumo de carbono.
4. Financiar centros de transición impulsados localmente en las comunidades afectadas.
5. Crear un programa de pensión transitoria para los trabajadores que se jubilarán antes de lo planificado debido a la eliminación progresiva del carbón.
6. Crear un inventario detallado y disponible públicamente con información del mercado laboral relativa a los perfiles de los trabajadores del carbón.
7. Crear un programa de financiación integral para los trabajadores que permanecen en el mercado laboral para atender sus necesidades en todas las etapas de conseguir un nuevo empleo, incluyendo apoyo a los ingresos, educación y desarrollo de habilidades, reempleo y movilidad.
8. Identificar, priorizar y financiar proyectos de infraestructura local en las comunidades afectadas.
9. Establecer un programa de financiación de transición justa integral y flexible para las comunidades afectadas.
10. Reunirse directamente con las comunidades afectadas para conocer sus prioridades locales y conectarlas con programas federales que podrían apoyar sus objetivos.

Para el caso polaco, se llevó a cabo una reestructuración del sector minero del carbón directamente relacionada con las reformas políticas y económicas generales que comenzaron en 1989, con el cierre progresivo de las minas de carbón menos rentables. El instrumento que se reconoce ampliamente como el más exitoso durante ese período, el Paquete Social Minero, no evitó costos sociales sustanciales, principalmente desempleo, entre los antiguos mineros.

Aunque las regiones mineras recuperaron una relativa prosperidad, algunas comunidades locales aún sufren desempleo, pobreza o exclusión social (IISD, 2018).

Al final del proceso de reestructuración, las empresas mineras tenían aún deudas por pagar, y las reiteradas leyes relacionadas con la ampliación de los plazos de pago demuestran que la reestructuración no fue del todo exitosa. Las políticas y medidas por el cierre de minas en Polonia pueden dividirse en dos categorías: (i) las relacionadas con la mitigación de la pérdida de empleos y otras consecuencias del cierre de minas en las regiones donde se han presentado cierre de minas, incluida la prevención del cierre de minas, y, (ii) las destinadas a estimular la economía de la región y, de ese modo, crear empleos alternativos (Śniegocki et al., 2022).

Las políticas destinadas a ayudar a los mineros despedidos se han basado predominantemente en dos tipos de instrumentos: apoyo financiero (indemnización por despido, pagos de licencias previas a la jubilación), y reasignación a minas que aún están en funcionamiento. Las políticas polacas de apoyo financiero de la década de 1990 no habrían sido suficientes para estabilizar a los trabajadores despedidos, lo que subraya la importancia de una economía y un mercado laboral fuertes y diversificados. En aquellos años, en las regiones de cierre de minas no se tenía una política específica destinada a crear un gran número de nuevos puestos de trabajo, pero la economía de esas regiones, en general fuerte y diversificada (con fabricación de automóviles y autopartes, y una variedad de sectores de servicios), compensó esta ausencia. En los últimos años, las políticas de reasignación de mineros han sido bastante efectivas desde que se creó la Compañía de Reestructuración de Minas (SRK) y terminó el período inicial de cierres masivos de minas, dando paso a un proceso de cierre de minas más gradual y, por lo tanto, más manejable. Después de cada cierre de mina, las minas restantes generalmente podían contratar a aquellos trabajadores que no optaron por la indemnización por despido o la jubilación anticipada (Śniegocki et al., 2022).

En este contexto, la llegada de fondos en el marco de la política de cohesión de la UE fue especialmente importante. Solo entre 2014 y 2020, Silesia, una de las regiones con más cierres de minas de carbón en Polonia, recibió más de 4.000 millones de dólares de la Unión Europea, que apoyaron inversiones en infraestructura, servicios públicos, creación de empleo y formación. Esos fondos estimularon el desarrollo de sectores alternativos y ayudaron a evitar el riesgo de una desaceleración económica para la región (Śniegocki et al., 2022).

Los fondos de la UE han tenido una importancia que va más allá de los beneficios económicos directos de una gran inyección de efectivo en la economía. El Mecanismo de Transición Justa pretende ser una herramienta clave y una red de seguridad para garantizar que la transición a una economía climáticamente neutra se lleve a cabo de manera justa. Su piedra angular es el Fondo de Transición Justa para apoyar a las regiones carboníferas en su transición y mitigar su impacto socioeconómico. Se aplica de conformidad con el marco de la política de cohesión, que es la principal política de la UE para reducir las disparidades económicas entre regiones.

El Fondo cuenta con 17.500 millones de euros, de los cuales 7.500 millones se financian con cargo al presupuesto de la UE, de 2021 a 2027, mientras que los 10.000 millones restantes serán ingresos externos asignados del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia. El objetivo del Fondo es mitigar los costes socioeconómicos de la transición y apoyar proyectos económicos: inversiones en pequeñas y medianas empresas, investigación e innovación, recuperación de antiguas zonas mineras, producción de energía limpia, asistencia en la búsqueda de empleo y programas de inclusión activa para quienes buscan trabajo, y la conversión de instalaciones existentes que emiten grandes cantidades de dióxido de carbono, si tales inversiones conducen a una reducción significativa de las emisiones y a la protección de los puestos de trabajo (Ślimko et al., 2021).

Adicionalmente, en el año 2024, la Comisión Europea ha aprobado un plan de ayuda de 300 millones de euros para apoyar a los trabajadores afectados por el cierre de las centrales eléctricas polacas de carbón y lignito, y de las minas de lignito (European Commission, 2024). En virtud de la medida, la ayuda adoptará la forma de una indemnización por despido de un año para los empleados, que podrán elegir en lugar de las indemnizaciones por despido previstas en los convenios colectivos laborales aplicables. Igualmente, Polonia también notificó, en aras de la seguridad jurídica, una licencia remunerada de hasta cuatro años para los empleados próximos a la edad de jubilación, hasta su jubilación (European Commission, 2024). El plan se aplicará durante un periodo de 10 años, hasta febrero de 2034. Polonia podrá solicitar una prórroga después de ese periodo. Sobre este plan, la Comisión Europea ha constatado que (European Commission, 2024):

- La medida es necesaria y adecuada para mitigar el impacto social del cierre de la minería de lignito y de la generación de electricidad a base de carbón y lignito en Polonia.
- La ayuda tiene un efecto incentivador, ya que facilita la aceptación social del cierre de estas actividades y también proporciona un incentivo a las empresas para el cierre anticipado.
- El régimen es proporcionado, ya que se limita a la cobertura de determinados costes sociales que las actividades beneficiarias incurren al cierre de las mismas.

Del proceso histórico de la transición energética en Polonia se pueden extraer varias lecciones sobre cómo mejorar los procesos de reestructuración (IISD, 2018):

- El abandono del sector minero del carbón está relacionado con la pérdida de empleos bien remunerados, relativa baja cualificación, y están relacionados con el estatus social. Estos factores obstaculizan la re-activación laboral de los mineros, ya que obtener beneficios similares en otros empleos requerirá un esfuerzo sustancial. Como mostró el estudio de caso polaco, la diversificación de los instrumentos de reestructuración del empleo lleva al menos a algunos mineros a elegir los beneficios a corto plazo

(indemnización por despido) en lugar de los beneficios a largo plazo de la recalificación. Por esa razón, todos los instrumentos de reestructuración laboral en la minería del carbón deberían incluir la reconversión profesional obligatoria.

- En el discurso altamente confrontativo típico de la reestructuración de sectores en dificultades, es difícil lograr un consenso a largo plazo entre los interlocutores sociales (gobierno, sindicatos, asociaciones de empleadores) sobre las direcciones estratégicas del cambio. En tales circunstancias, las negociaciones tienden a llevarse a cabo de forma discreta. En Polonia, una consecuencia plausible de este hecho fue la falta de instrumentos de evaluación viables, lo que podría haber sido percibido como un factor que socavaba las posibilidades de consenso. Como resultado, fue imposible cualquier mejora de políticas que potencialmente podrían haber sido beneficiosas para el sector minero. Por lo tanto, el resultado final de tales políticas debería ser una evaluación científica exhaustiva de las comunidades mineras que atraviesan procesos de reestructuración.
- En el caso de las economías dependientes del carbón, una reducción rápida de este sector es prácticamente imposible. Por esa razón, el desarrollo regional es necesario y debería incluir cosas como el apoyo a industrias alternativas con uso intensivo de mano de obra, la inversión en infraestructura de transporte para estimular la movilidad laboral o la mejora del sistema educativo. En Polonia, gracias a la atracción de capital extranjero y la aplicación de fondos de la UE, se desarrollaron sectores fuertes como el automotor, la tecnología de la información, el transporte por carretera y la mejora de las habilidades de los jóvenes. Por lo tanto, es importante garantizar vías paralelas de desarrollo, tanto a nivel local como regional, para dar seguimiento a las reducciones del sector del carbón y de las industrias que dependen directamente de la producción de carbón.

3.3 Transición energética

Australia está invirtiendo fuertemente en energías renovables y tecnologías de bajas emisiones. La última inversión incluye más de \$65 mil millones de dólares australianos en capacidad renovable a través del esquema de inversión en capacidad hasta 2030, así como incentivos fiscales para la producción de hidrógeno por un valor estimado de \$6.7 mil millones de dólares australianos durante los próximos 10 años (Dorrell, 2024). Como parte de esta estrategia, la creación de baterías a gran escala y la inversión en proyectos solares y eólicos están ayudando a las minas a reducir su huella de carbono. Además, se están estableciendo incentivos fiscales para acelerar la adopción de estas tecnologías (Dorrell, 2024).

Las principales iniciativas relacionadas con la transición energética anunciadas en el presupuesto federal de Australia 2024-2025 incluyen el paquete Future Made in Australia de 22.700 millones de dólares australianos, con 19.700 millones de dólares australianos dedicados a industrias prioritarias que incluyen aquellas relacionadas con el hidrógeno verde, los metales verdes, los combustibles líquidos con bajo contenido de carbono, los minerales

críticos, las baterías y la energía solar. Este paquete incluye el nuevo incentivo fiscal para la producción de hidrógeno, y una segunda ronda del programa Hydrogen Headstart, que en conjunto apoyan el desarrollo del hidrógeno verde, y el nuevo incentivo fiscal para la producción de minerales críticos. Los elementos clave en este programa incluyen (Duffy et al., 2024):

- Fondo de Innovación Future Made in Australia: cuenta con 1.700 millones de dólares australianos, para la innovación, la comercialización, los proyectos piloto y de demostración y el desarrollo en fase inicial en sectores prioritarios, incluidos el hidrógeno verde, los metales verdes, los combustibles líquidos con bajas emisiones de carbono y la fabricación de tecnologías de energía limpia, como las baterías. Para seguir con su enfoque en la innovación de cero emisiones netas, el gobierno australiano anunció un paquete de financiación independiente de 1.900 millones de dólares australianos para la agencia australiana de energía renovable (ARENA por sus siglas en inglés), para apoyar las inversiones básicas. Esta financiación de referencia incluye asistencia para el desarrollo, la demostración, la comercialización, la fabricación y el despliegue de tecnologías de energía renovable, y se suma a las ampliaciones de la financiación de ARENA durante 10 años del Fondo de Innovación Future Made in Australia.
- Ampliación de la industria de los metales verdes: Se han asignado 18,1 millones de dólares australianos durante seis años para iniciativas que aceleren el surgimiento de la industria de los metales verdes de Australia. La financiación apoyará la colaboración entre la industria y la investigación, la exploración de oportunidades para mejorar el uso de la chatarra australiana y la realización de más consultas sobre incentivos para apoyar la producción de hierro, acero, alúmina y aluminio ecológicos.
- Esquema de garantía de origen: las industrias de metales ecológicos de Australia (incluidos el hierro, el acero y el aluminio ecológicos) y el hidrógeno ecológico se verán reforzadas con 11,4 millones de dólares australianos, asignados durante cuatro años para acelerar la fase inicial del esquema de garantía de origen (Esquema GO).
- Tecnología de energía limpia: 1.500 millones de dólares australianos para apoyar la fabricación de tecnologías de energía limpia. Esto incluye mil millones de dólares australianos para establecer el programa Solar Sunshot, así como más de 500 millones de dólares australianos para la Iniciativa Battery Breakthrough, para apoyar la fabricación de baterías en Australia.
- Combustibles líquidos con bajo contenido de carbono: 20,9 millones de dólares australianos durante cuatro años en incentivos para apoyar la producción y la demanda de combustibles líquidos con bajo contenido de carbono, y un esquema de certificación a través del Esquema GO.
- Priorizar las aprobaciones de proyectos de energía renovable: El Gobierno proporcionará 134,2 millones de dólares australianos para fortalecer y acelerar los procesos de aprobación de proyectos de energía renovable de "importancia nacional". Esto incluye 19,9 millones de dólares australianos para procesar las evaluaciones de proyectos de energía renovable prioritarios identificados a través de una lista acordada a nivel

nacional, así como 96,6 millones de dólares australianos para acelerar las aprobaciones ambientales, incluidos los proyectos de energía renovable, transmisión y minerales críticos, y para presentar planes regionales adicionales y mejorar los datos ambientales utilizados en la toma de decisiones. Si bien el Gobierno aún no ha publicado los criterios para los proyectos de “importancia nacional”, el Tesoro Nacional publicó un Marco de Interés Nacional Future Made in Australia junto con el Presupuesto, que establece algunas expectativas generales para los mercados prioritarios, que probablemente se desarrollarán más en la Ley Future Made in Australia.

Australia está impulsando de manera importante el hidrógeno como combustible limpio, para lo cual ha creado un incentivo fiscal a la producción de Australia de 2 dólares australianos/kg para la producción de hidrógeno renovable entre 2027, y 2028 y una nueva ronda de 2000 millones de dólares australianos en el marco del programa Hydrogen Headstart anunciado en el presupuesto para el nuevo año están diseñados para acelerar la transición energética (Singh, 2024).

Canadá también se ha sumado a la lista cada vez mayor de países que se han comprometido a alcanzar emisiones netas de carbono cero para 2050. Esta meta representa un desafío importante, dado que Canadá es uno de los principales emisores per cápita de GEI del mundo (emite más del doble del promedio del G20). Los combustibles fósiles representan el 70 por ciento de la energía consumida en Canadá. Si bien las emisiones del país representan el 2% de las emisiones globales de GEI, esto no es excusa para no actuar (Deloitte, s.f.).

Para lograr su agenda climática, los líderes electos de todas las provincias y territorios y el gobierno federal respaldaron el PCF (Pan-Canadian Framework on Clean Growth and Climate Change) en diciembre de 2016. El PCF se basa en cuatro pilares: 1) fijación de precios de la contaminación por carbono; 2) acciones complementarias para reducir las emisiones; 3) adaptación y resiliencia climática; y 4) tecnología limpia, innovación y empleo. El PCF incluye más de 50 acciones concretas que abarcan todos los sectores de la economía (IEA, 2022).

Entre los desarrollos energéticos recientes más notables en Canadá cabe mencionar los siguientes (Canada Energy Regulator, 2023):

- La eliminación gradual del carbón en la generación de energía y la caída de los precios del gas natural redujeron el papel esperado del carbón. Los cambios en las políticas y la mejora en la economía del gas natural conducen a una gran reducción en el uso de carbón previsto para 2030.
- La aparición del fracking cambió las perspectivas de suministro de petróleo y gas de escasez a abundancia.
- La combinación del crecimiento de la oferta de petróleo crudo con la mejora de la eficiencia de los vehículos cambió el debate del pico de la oferta de petróleo al pico de la demanda de petróleo.

- La rápida caída del costo de las energías renovables ahora les permite competir con el gas natural. La mayor generación de energía eólica y solar se ve compensado en cierta medida por las menores expectativas de uso de biomasa en el sector industrial.

Las comunidades indígenas desempeñan un papel importante en la transición energética de Canadá. Para fomentar la colaboración y la asociación entre esas comunidades y el sector energético, el gobierno ha establecido varios programas e iniciativas, incluida la Iniciativa Indígena sin diésel, que se puso en marcha en 2018 y tiene como objetivo hacer que las comunidades indígenas remotas pasen de utilizar electricidad alimentada con diésel a fuentes de energía más limpias. También busca mejorar la capacidad de las comunidades indígenas a través de capacitación, apoyo técnico y otros recursos necesarios para desarrollar y operar sus proyectos energéticos (World Economic Forum, 2023).

La transformación energética es uno de los pilares principales de la estrategia de la Comisión Europea (CE) para la recuperación económica. El Pacto Verde Europeo es una estrategia de crecimiento propuesta y adoptada por la Comisión Europea en diciembre de 2019. Su objetivo es que la Comunidad Europea alcance la neutralidad climática, es decir, cero emisiones netas de gases de efecto invernadero, para 2050. Cabe añadir que para 2030 las emisiones de gases se deben reducir entre 50 y 55% en comparación con 1990 (Comisión Europea, 2021). Este enfoque es compatible con las prioridades de Polonia en materia de transformación del sector energético para cumplir con las obligaciones del Pacto Verde Europeo (ITA, 2020), lo que incluye, además de la reducción del carbón como fuente energética, un aumento la eficiencia energética en el sector de la construcción, un mayor rol del papel de las fuentes de energía renovables, desarrollo tecnológico, así como apoyo a la explotación de gas. Como fuente de financiamiento para estas iniciativas Polonia cuenta con recursos del Fondo de Transformación Justa de la UE, por 8.000 millones de euros, para el período 2020-2027. Este fondo forma parte del Mecanismo de Transición Justa, que es un brazo financiero del Pacto Verde Europeo.

La transición energética en Polonia implica un gran reto, que es cambiar de la generación basada en carbón, su principal fuente energética, al uso de otras fuentes de generación de energía. El país no tiene muchos ríos en los que se puedan construir centrales hidroeléctricas y el número de horas de sol es de 1300 a 1900 al año, lo que supone un 50% menos que en el sur de Europa. Los recursos de gas natural son escasos y los factores geopolíticos dificultan la importación de esta materia prima en una escala adecuada. El mar Báltico permite el desarrollo de la energía eólica marina en el norte del país, pero es en el sur donde se encuentran las zonas de mayor consumo energético. Polonia tampoco tiene una central nuclear, a diferencia de otros países de la UE del antiguo bloque del Este, como Bulgaria, la República Checa, Hungría, Rumanía o Eslovaquia (Kochanek, 2021).

Por ejemplo, en el año 2023, más de dos tercios de la electricidad en Polonia se generó a partir de combustibles fósiles, con el carbón representando alrededor del 60%. El gas contribuye

con aproximadamente el 10%, mientras que el petróleo es casi insignificante, con poco más del 1%. Por otro lado, la energía eólica es la principal fuente de electricidad baja en carbono, generando un 13%, luego la solar con un 7%, y los biocombustibles con casi un 5%. La energía hidroeléctrica contribuye con poco más del 1%. Además, las importaciones netas de electricidad representan casi un 2% (Lowcarbonpower, 2024).

Polonia ya ha atravesado una transición significativa desde la década de 1990, donde el empleo en el sector de la minería del carbón cayó 75% entre 1990 y 2015. Ahora, mientras Polonia se prepara para otro importante alejamiento del carbón, con un objetivo de eliminación gradual hasta alcanzar cero generación de energía a partir de esta fuente en el año 2049, la atención se centra en garantizar una transición justa para los trabajadores y las comunidades que durante mucho tiempo han dependido de la industria. Como ya se comentó, una de las regiones más afectadas por la transición energética es la región carbonífera de Silesia, que también es una de las zonas económicamente más desarrolladas de Polonia. La región alberga la mayor fuerza laboral de la UE en la minería del carbón, con 78.500 trabajadores empleados directamente en el sector, y se estima que 21.000 dependen indirectamente de él. En los condados más afectados, hasta el 20,27% de la población en edad de trabajar depende de la minería del carbón para obtener empleo. Más allá del empleo directo, es crucial abordar los efectos en cadena sobre los empleos indirectos. Se estima que 20.957 empleos directos en Silesia corren un riesgo inminente de despido, mientras que otros 30.210 están clasificados como vulnerables (Broughel, 2024).

A pesar de los desafíos económicos y sociales que enfrenta la transformación del sector energético, Polonia muestra avances positivos en sus esfuerzos de transición energética, superando a algunos de sus homólogos de la Unión Europea. Sin embargo, existe una necesidad apremiante de intensificar los esfuerzos para reducir las emisiones y mejorar el uso de energía renovable. El Ministerio del Clima y Ambiente desarrolló en el año 2021 la Política Energética de Polonia (PEP) hasta el año 2040, buscando cumplir con los compromisos establecidos en el Pacto Verde Europeo, de descarbonización gradual del país. En este documento Polonia establece las siguientes metas (Brodny et al., 2024):

- No más del 56% de carbón en la producción de electricidad en 2030.
- Al menos el 23% de fuentes de energía renovables en el consumo final bruto de energía en 2030
- Implementación de energía nuclear en 2033.
- Reducción del 30% en las emisiones de GEI para 2030 (en comparación con 1990).
- Reducción del 23% en el consumo de energía primaria para 2030 (en comparación con la proyección PRIMES2007).

Las disposiciones de la Estrategia para un Desarrollo Responsable y las previsiones actuales sobre la estructura de las posibles fuentes de financiación para las actividades de desarrollo previstas en el PEP indican que, a partir de 2020, la carga de la financiación de las inversiones

en desarrollo se traslada en mayor medida a los recursos nacionales (tanto públicos como privados), con poco peso de los fondos de la UE. El uso de los fondos de la UE debería concentrarse en proyectos con mayor valor agregado y efectos externos positivos. Al evaluar las condiciones de la aplicación de la política de inversiones, las medidas relacionadas con la aplicación de la política conducen a la movilización de capital privado (nacional y extranjero), lo que repercute en el aumento de su actividad inversora. Dada la necesidad de garantizar la sostenibilidad de las finanzas públicas, es el capital privado el que desempeñará un papel clave para alcanzar el ritmo previsto de inversión en la economía.

En el PEP se enumeran las fuentes de financiación que contribuirán a su aplicación. Se ha estimado que la transición energética de Polonia prevista se lleva a cabo de una manera socialmente aceptable, garantizando al mismo tiempo la seguridad energética, manteniendo la competitividad de la economía y limitando el impacto ambiental. Esto requiere inversiones que pueden alcanzar aproximadamente 370 billones de euros en 2021-2040. Hasta 2030, se deberían estar destinando alrededor de 60.000 millones de euros procedentes de fondos de la UE y de fondos nacionales en el marco de diversos mecanismos a la transición energética y climática nacional.

Polonia está experimentando efectos positivos del proceso de transición energética, aunque se considera que el ritmo de cambio es demasiado lento. Algunos logros de la transición energética son los siguientes (Brodny et al., 2024):

- El índice de seguridad energética (índice que mide la seguridad energética de Polonia con un rango de 0 a 1, siendo 1 el mejor valor) ha mejorado visiblemente durante el período de evaluación, de 0,47 en 2004 a 0,52 en 2021, lo que indica una trayectoria positiva. Esta mejora se produjo a pesar de la mayor dependencia energética y la menor autosuficiencia, atribuidas a una mayor diversificación de la combinación energética, una mayor proporción de fuentes renovables y una reducción de las pérdidas de energía en las redes de transmisión.
- La transición energética no ha afectado negativamente al desarrollo económico de Polonia. El índice económico (índice que mide el desarrollo económico de Polonia con un rango de 0 a 1, siendo 1 el mejor valor) aumentó de 0,17 en 2004 a 0,85 en 2021, lo que confirma un crecimiento positivo muy importante.
- A pesar de este progreso, Polonia todavía enfrenta desafíos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La mejora observada en la dimensión climática se debe principalmente al mayor consumo de fuentes de energía renovables (FER) y a la reducción de las emisiones de GEI del sector energético, más que a una reducción general de los GEI. La transición no tuvo costos sociales, como lo indica el aumento constante del índice social, con un incremento del 60% entre 2009 y 2021. Este aumento fue impulsado por una disminución de la pobreza social y el desempleo y un aumento del ingreso disponible per cápita promedio.

- El estudio reveló una fuerte correlación positiva entre la transición energética de Polonia y su desarrollo económico, medido por el PIB. Esto sugiere que los esfuerzos de transformación no han tenido un impacto negativo en la economía.
- El progreso de Polonia en el proceso de transición energética destaca en comparación con otros países de la UE. Pasar del puesto 26 al 23 entre 2004 y 2021 significa un avance notable, aunque pequeño, dado el progreso en toda la UE.
- Polonia sobresalió en seguridad energética entre los países de la UE-27, a pesar de un descenso significativo del puesto 10 al 16 en comparación con 2004. En términos de la dimensión climática, Polonia se ubicó cerca de los últimos puestos tanto en 2004 como en 2021. Sin embargo, se observó un progreso sustancial en la dimensión social, avanzando del puesto 26 al 7 dentro de los países de la UE.

Polonia no se encuentra entre los principales productores de automóviles de la UE, pero hay un sector que se beneficiará de la transición a los vehículos eléctricos: la producción de baterías. En abril de 2023, Polonia superó a Estados Unidos como el segundo país con mayor capacidad de producción de baterías de iones de litio del mundo. El sector ve el auge de los vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía como una gran oportunidad. Sin embargo, una proyección de Bloomberg NEF prevé que Polonia se quede atrás de Estados Unidos, Alemania, Hungría y Suecia en 2027 (CLEW, 2024).

Canadá tiene un agresivo programa para desarrollar encadenamientos productivos para la transición energética, basado en la minería de los minerales críticos que tiene el país. Los minerales críticos son más que los componentes básicos de la tecnología limpia, como los paneles solares y las baterías de los vehículos eléctricos; también son un ingrediente clave para crear buenos empleos de clase media y hacer crecer una economía canadiense fuerte y competitiva a nivel mundial. Una economía de cero emisiones de GEI se basa en gran medida en la extracción y procesamiento de minerales críticos. Así lo ha reconocido el Gobierno de Canadá que ha respaldado la estrategia canadiense de minerales críticos con 3.800 millones de dólares canadienses, para ser invertidos en las siguientes iniciativas (Gobierno de Canadá, 2023b):

- Desarrollo, demostración, comercialización y adopción de nuevas tecnologías y procesos que respalden el crecimiento sostenible en las cadenas de valor de minerales críticos canadienses y los ecosistemas de innovación asociados.
- Mejorar la calidad y disponibilidad de datos y tecnologías digitales para apoyar la geociencia y la cartografía que acelerarán el desarrollo eficiente y eficaz de las cadenas de valor de minerales críticos canadienses, incluso mediante la identificación de reservas de minerales críticos y el desarrollo de vías para el desarrollo mineral sostenible.
- Fortalecer el papel de liderazgo global de Canadá en la mejora de la resiliencia de la cadena de suministro de minerales críticos a través de colaboraciones internacionales relacionadas con minerales críticos.

- Promover la agenda de minerales críticos del norte y del territorio de Canadá mediante el apoyo al diálogo regulatorio, los estudios regionales, la planificación del uso de la tierra, las evaluaciones de impacto y la consulta indígena.
- Apoyo al Centro de Excelencia de Minerales Críticos (CMCE) para que pueda continuar el desarrollo y la implementación de la Estrategia Canadiense de Minerales Críticos.

Además, para aprovechar plenamente las oportunidades disponibles en el sector de los minerales críticos, el gobierno canadiense está aprovechando una amplia gama de acciones e iniciativas, entre ellas:

- Iniciativas federales de capacitación y habilidades para ayudar a las instituciones y los empleadores a capacitar y volver a capacitar a las personas, y para ayudar a que la fuerza laboral crezca y satisfaga la demanda impulsada por los minerales críticos.
- Asistencia a los jóvenes en el desarrollo de habilidades y la transición al mercado laboral.
- Acciones para ayudar a movilizar un sector de minerales y metales más diverso e inclusivo. Por ejemplo, el gobierno federal sigue apoyando los esfuerzos para atraer, capacitar y retener a las mujeres, en consonancia con el objetivo ambicioso de los Planes Canadienses de Minerales y Metales de lograr una participación femenina del 30% en la fuerza laboral minera para 2030.
- Oportunidades de asociación con provincias y territorios, organizaciones lideradas por indígenas y varias partes interesadas, incluidas universidades, colegios e instituciones de capacitación especializada, para crear una mayor conciencia y comprensión del sector de minerales y metales, a veces denominada alfabetización mineral.
- Colaboración continua en iniciativas en el marco del Plan Canadiense de Minerales y Metales con líderes y organizaciones empresariales indígenas, así como con provincias y territorios, para aumentar las oportunidades para las PYME indígenas y rurales mediante el suministro local de bienes y servicios para proyectos críticos de desarrollo de minerales.

Si bien no está mencionado dentro de su programa de desarrollo minero, la energía nuclear en México ha sido un componente crucial para garantizar el suministro continuo de electricidad, destacándose por su capacidad de generar energía de manera limpia y segura. La Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, ubicada en Veracruz, es la única exponente de esta tecnología en el país, operando bajo estrictos estándares de seguridad (Peralta Vázquez, 2023). Hacia futuro, México tiene un enorme potencial para expandir su capacidad en energía nuclear. A pesar de contar solo con una central, el país posee un potencial de producción de uranio estimado en 162,491 toneladas, lo que podría permitir la construcción de nuevas plantas nucleares, y pasar así de cubrir el 3.6% de la oferta energética con esta fuente, a más

de 20% (Hernández González, 2022). Sin embargo, el desarrollo de la industria nuclear mexicana se enfrenta a desafíos, principalmente por las restricciones constitucionales que limitan la participación del sector privado, siendo un reto regulatorio la alianza público-privada, similar a lo que ocurre en otras naciones líderes en energía nuclear (Gobierno de México, 2021).

3.4 Tributación e incentivos económicos

Mediante la conocida "Ley de Obras por Impuestos" de 2008, el estado peruano permite a empresas privadas financiar proyectos prioritarios del gobierno y recuperar la inversión a través de certificados de impuesto a la renta. El mecanismo de obras por impuestos puede además servir como fuente de financiamiento para la remediación de PAM (Zolezzi et al., 2023). En el caso de México, la reforma tributaria vigente desde 2022 mantiene estímulos fiscales como el acreditamiento del Derecho Especial sobre Minería contra el impuesto sobre la renta, pero con restricciones para empresas con ingresos menores a \$50 millones de pesos mexicanos. Además, se han realizado ajustes en las tasas de depreciación aplicables a concesiones y obras mineras, lo que afecta la forma en que las empresas pueden deducir sus gastos. Estos cambios, junto con nuevas reglas para las Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (SOFOM) y las reorganizaciones corporativas, indican un entorno fiscal más riguroso y con mayor supervisión. Estos ajustes, aunque diseñados para mejorar la transparencia y el control fiscal, también representan un desafío para las empresas mineras en México, que deben adaptarse a un marco normativo en constante evolución para evitar sanciones y optimizar su carga tributaria (EY, 2023).

En la actualidad, la proporción de impuestos y tasas en la estructura de costos del sector minero en Polonia es relativamente alta, ya que representa el 7% de los costos totales de producción. Los principales factores que afectan a esta situación son las tasas obligatorias como los impuestos y tasas geológicas y mineros, los impuestos y tasas por uso ambiental, los impuestos y tasas asociados a los empleados y las empresas, y un nuevo impuesto sobre la extracción de ciertos tipos de minerales que se aplica en Polonia desde 2012. El nivel general de tributación, incluidos los impuestos y regalías, si bien tiene un impacto positivo en las finanzas públicas y locales, es probable que su aumento reduzca los incentivos de las empresas mineras para invertir. Sin embargo, si el sistema tributario se modifica después de que se hayan realizado las inversiones, el inversor ya no tiene otra opción. Y este último fue el caso en Polonia de KGHM Polska Miedź S.A., que ha estado extrayendo minerales en Polonia durante más de 50 años y tiene recursos suficientes para otros 30 años o más (Kulczycka et al., 2017).

Algunas anotaciones generales sobre la carga impositiva sobre el sector minero polaco son las siguientes (Kulczycka et al., 2017):

- Se observa un aumento de la carga fiscal general sobre las empresas mineras.

- La proporción de impuestos y tasas en la estructura de costos del sector minero es mayor que en otros sectores en Polonia.
- El impuesto no lineal introducido en 2012 en Polonia crea dificultades adicionales en la estrategia de cobertura y la valoración de los recursos minerales.

El sistema de gobierno de Canadá está representado por un gobierno federal, diez gobiernos provinciales y tres territoriales, cada uno con impuestos y regalías diferentes para los diferentes tipos de minerales y de explotación minera. Esto hace bastante complejo el sistema de impuestos, regalías e incentivos para el sector minero de Canadá. Acá nos vamos a referir a los esquemas de impuestos e incentivos de una manera más general. En este país se ofrecen incentivos fiscales para las actividades mineras, incluidas la concentración, la fundición y la refinación, así como la exploración. Estos incentivos de los gobiernos federal y provincial/territorial reducen la carga fiscal para las empresas mineras que realizan negocios en Canadá y otros países.

Los principales incentivos en reducción de pago de impuestos y otras formas para el sector minero son los siguientes (Gobierno de Canadá, 2023c):

- Los impuestos y regalías mineras pagados a una provincia o territorio por ingresos provenientes de recursos minerales son totalmente deducibles al calcular los ingresos para el impuesto federal a las ganancias.
- La mayoría de los activos de capital adquiridos por empresas mineras y de petróleo y gas califican para una tasa de depreciación del 25% sobre una base de saldo decreciente. La depreciación de activos tangibles está permitida bajo el sistema de deducciones por costos de capital (CCA).
- Las deducciones por costos de capital aceleradas (ACCA) para proyectos de arenas petrolíferas se eliminaron gradualmente en 2014. Las ACCA para minería se eliminaron gradualmente entre 2017 y 2020.
- Desde 2018, los gastos de desarrollo canadienses (CEE) ya no incluyen los costos involucrados en poner en producción una nueva mina, incluida la remoción de tierra o la perforación de un pozo de mina. Los CEE son 100% deducibles en el año en que ocurren, pudiendo trasladar los saldos no utilizados indefinidamente o transferirlos a los inversores como acciones de flujo continuo.
- En virtud de un fideicomiso ambiental calificado (QET), las contribuciones a fideicomisos calificados que apoyan la recuperación de minas se pueden deducir en el año en que se produjeron.
- Las empresas mineras canadienses pueden reclamar los costos de exploración y desarrollo fuera de Canadá como una deducción de gastos de recursos extranjeros (FRE). Esto se hace país por país. La deducción básica de FRE para cada país es de entre el 10% y el 30% del saldo acumulado de FRE para ese país, pero no puede superar el monto de ingresos de recursos extranjeros disponibles para ese país. Sin embargo, se puede permitir una deducción de FRE complementaria si la limitación del país da como resultado un reclamo global de FRE de menos del 30%.

- Una acción de flujo continuo (FTS) permite que una corporación comercial principal (PBC) recaude fondos para la exploración y el desarrollo de minerales en Canadá. Al emitir FTS, una empresa puede "transferir" ciertos gastos al comprador de la acción. Estos gastos se consideran entonces como incurridos por el inversionista no por la corporación. Los inversores individuales se benefician de las siguientes maneras:
 - Reciben una deducción fiscal del 100% por el monto invertido en las acciones, más un crédito fiscal del 15% o 30% en el caso de un gasto elegible.
 - Pueden ver su inversión revalorizada si la exploración tiene éxito.
- El crédito fiscal para la exploración minera (METC, por sus siglas en inglés) es un crédito del 15% diseñado para ayudar a las empresas de exploración a recaudar fondos de capital, además de la deducción fiscal habitual asociada con las inversiones en FTS.

La estrategia de minerales críticos también incluye líneas de crédito federales como: créditos fiscales a la inversión del 30% para actividades de exploración, y créditos fiscales del 30% para equipos destinados a extraer y procesar minerales críticos para la fabricación de tecnologías limpias (Invest in Canada, 2024b). Igualmente, exenciones tributarias como una reducción del 50% del impuesto general de sociedades para las empresas que fabriquen tecnologías de cero emisiones.

Los gobiernos provinciales también ofrecen ciertos incentivos fiscales para las actividades de exploración y minería que se llevan a cabo en la provincia. Estos incentivos adoptan la forma de créditos fiscales a la renta o desgravaciones fiscales provinciales a la minería. Por ejemplo, la provincia de Ontario ha introducido un crédito fiscal reembolsable del 5% para los gastos de exploración elegibles de Ontario a los que se renuncia en virtud de un acuerdo de transferencia de beneficios, y prevé una exención fiscal provincial de hasta 10 millones de dólares canadienses de las ganancias de una nueva mina o de una importante ampliación de una mina existente (Dominique et al., 2022).

Finalmente, como parte del respaldo a su estrategia de minerales críticos, el gobierno de Canadá aportó 3.800 millones de dólares canadienses, para ser invertidos en las siguientes iniciativas (Gobierno de Canadá, 2023b):

- Desarrollo, demostración, comercialización y adopción de nuevas tecnologías y procesos que respalden el crecimiento sostenible en las cadenas de valor de minerales críticos canadienses y los ecosistemas de innovación asociados.
- Mejorar la calidad y disponibilidad de datos y tecnologías digitales para apoyar la geociencia y la cartografía que aceleren el desarrollo de las cadenas de valor de minerales críticos, desde la identificación de reservas hasta el desarrollo de vías.
- Fortalecer el papel de liderazgo global de Canadá en la cadena de suministro de minerales críticos a través de colaboraciones internacionales.

- Promover una agenda de minerales críticos mediante el apoyo al diálogo regulatorio, los estudios regionales, la planificación del uso de la tierra, las evaluaciones de impacto y la consulta indígena.
- 21,5 millones de dólares canadienses para apoyar al Centro de Excelencia de Minerales Críticos (CMCE) para el desarrollo de políticas y programas federales sobre minerales críticos y ayudar a los desarrolladores de proyectos a navegar por los procesos regulatorios y las medidas de apoyo federal.
- 79,2 millones de dólares canadienses para geociencia y exploración con el fin de identificar y evaluar mejor los depósitos minerales.
- Crédito fiscal del 30 % para la exploración de minerales críticos destinados a minerales críticos específicos.
- 47,7 millones de dólares canadienses para investigación y desarrollo de minerales críticos específicos en etapas iniciales a través de los laboratorios de investigación de Canadá.
- 144,4 millones de dólares canadienses para investigación y desarrollo de minerales críticos, y la implementación de tecnologías y materiales para respaldar el desarrollo de minerales críticos para los segmentos iniciales e intermedios de la cadena de valor.
- 1500 millones de dólares canadienses para el desarrollo de infraestructura para cadenas críticas de suministro de minerales, con especial atención a los depósitos prioritarios.

Esta estrategia destaca además porque ofrece exenciones tributarias tales como reducción del 50% del impuesto general de sociedades para las empresas que fabriquen tecnologías limpias (Invest in Canadá, 2024a). En particular, la estrategia identifica estas tecnologías (vehículos de cero emisiones, las turbinas eólicas, los paneles solares, las baterías avanzadas, las pilas de combustible de hidrógeno, los pequeños reactores modulares, etc.), así como las tecnologías de la información y la comunicación (por ejemplo semiconductores), y la fabricación avanzada (por ejemplo aplicaciones de defensa, los imanes permanentes, la cerámica y los materiales electrónicos), como industrias con un fuerte potencial para las cadenas de valor integradas en Canadá (Langdon et al., 2022).

El gobierno de Australia ha desarrollado un programa para apoyar el procesamiento de minerales críticos australianos como una prioridad en el marco de inversión Future Made in Australia. El presupuesto destinado por Australia para la promoción de las cadenas de suministro y de valor de minerales críticos, consignados en los objetivos de la estrategia australiana de minerales críticos 2023-2030, busca entre otras cosas (Gobierno de Australia, 2024):

- Apoyar al Servicio Geológico de Australia para mapear de manera integral los recursos naturales de Australia, incluidos los minerales críticos necesarios para la transición a cero emisiones netas.

- Establecer incentivos fiscales que desarrollen capacidad soberana en el procesamiento de minerales críticos.
- Crear escala y eficiencia a través de instalaciones de procesamiento para usuarios comunes.
- Atraer inversiones y respaldar el crecimiento del sector de minerales críticos
- Apoyar las alianzas comerciales para aumentar las oportunidades para los productos de minerales críticos de Australia.
- Proteger los negocios de minerales críticos contra la interferencia extranjera.

El gobierno estará proporcionando 566,1 millones de dólares australianos durante 10 años a partir de 2024 para la iniciativa de Prosperidad de Australia. Esto permitirá al Servicio Geológico de Australia mapear de manera integral los recursos naturales de Australia y acelerar el descubrimiento de minerales críticos. El gobierno australiano además proporcionará 7 mil millones de dólares australianos durante la década 2023-34 a través del nuevo Incentivo Fiscal para la Producción de Minerales Críticos (CMiPTI), mediante la cual proporcionará una compensación fiscal reembolsable del 10% de los costos de procesamiento elegibles para los 31 minerales críticos que actualmente se encuentran en la Lista de Minerales Críticos de Australia. El CMiPTI comenzará el 1 de julio de 2027.

El gobierno australiano está invirtiendo 10,2 millones de dólares australianos para establecer la Iniciativa Nacional de Productividad de Minerales Críticos (CMNPI). Esta iniciativa busca asociar estados y territorios para identificar posibles instalaciones de uso común para el procesamiento de minerales críticos. Estas instalaciones, cuando se desarrollen, apoyarán a las empresas mineras de tamaño pequeño y mediano para llevar a cabo el procesamiento posterior de minerales críticos. Las instalaciones también ayudarán a las empresas a participar en la economía circular mediante el reciclaje y reprocesamiento de desechos y subproductos mineros. La iniciativa busca además avanzar con propuestas iniciales hasta estudios de viabilidad económica detallados para respaldar el movimiento de minerales críticos a lo largo de la cadena de valor.

La Instalación de Minerales Críticos y la Instalación de Infraestructura del Norte de Australia están apoyando a la industria de minerales críticos para desarrollar capacidades soberanas. La financiación de estas instalaciones ha contribuido a:

- Proporcionar aproximadamente 840 millones de dólares australianos al proyecto Nolans Rare Earths de Arafura Rare Earths en el Territorio del Norte
- Proporcionar 400 millones de dólares australianos al proyecto Alpha High Purity Alumina (HPA) – HPA First en Queensland,
- Revisar la financiación previamente aprobada de 185 millones de dólares a Renascor Resources para su proyecto Siviour Graphite en Australia del Sur.

- El prospecto de minerales críticos de Australia demuestra oportunidades de inversión en más de 52 proyectos avanzados de minerales críticos.

El gobierno australiano está proporcionando 5,8 millones de dólares australianos durante 3 años a partir de 2024 para una iniciativa de mejora del comercio de minerales críticos. El Departamento de Asuntos Exteriores y Comercio implementarán esta iniciativa. Esto ayudará a los esfuerzos por desarrollar asociaciones comerciales que respalden un futuro hecho en Australia. También mejorará la competitividad de Australia en los mercados internacionales de minerales críticos producidos de manera sostenible y productos derivados.

Finalmente, el departamento de Industria, Ciencia y Recursos del gobierno australiano recibirá un millón de dólares australianos durante tres años a partir de 2024 para un programa piloto destinado a fortalecer las capacidades del sector de minerales críticos de Australia para detectar, prevenir y mitigar la interferencia extranjera. El programa brindará educación y capacitación a través de un servicio de divulgación virtual a empresas individuales de minerales críticos.

3.5 Cooperación internacional

En el marco del proyecto 'Cooperación regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos' de la cooperación alemana al desarrollo, implementada por la GIZ, el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES) de Perú publicó dos documentos de política cuyo propósito es reflexionar en torno de cómo la minería puede ser un catalizador para la promoción de las buenas políticas públicas para el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Australia ofrece diversas oportunidades para la cooperación internacional en el sector minero, aprovechando su liderazgo en la producción de minerales y su compromiso con la sostenibilidad y la innovación tecnológica. De esta manera, el país ha invertido cerca de \$30 mil millones en investigación y desarrollo desde 2005, convirtiéndose en un motor crucial de la innovación en la industria global. Sus oportunidades de cooperación internacional incluyen proyectos de investigación conjunta con universidades y centros de investigación australianos, como el CSIRO y los Centros de Investigación Cooperativa (CRCs), así como programas de formación para nuevas habilidades en la fuerza laboral minera, necesarios para operar en un entorno cada vez más digitalizado y sostenible (AusIMM, 2024). Por otro lado, enfocada en capitalizar su riqueza en minerales críticos, esenciales para la transición energética global, Australia en 2024 ha buscado inversiones de naciones amigas para desarrollar la industria de minerales críticos (Minetek, 2024).

La cooperación internacional en el sector minero de Sudáfrica ofrece varias posibilidades que pueden fortalecer la industria y promover el desarrollo sostenible. Por ejemplo, se promueven colaboraciones entre instituciones académicas y centros de investigación de Sudáfrica con

otros países, para desarrollar nuevas tecnologías mineras y prácticas sostenibles¹. Además, existen programas de intercambio y capacitación que permiten a los trabajadores y estudiantes sudafricanos adquirir habilidades y conocimientos avanzados en minería de países con tecnología avanzada (ICMM, 2024).

Canadá y el Reino Unido lanzaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático del 2017 la Powering Past Coal Alliance (PPCA). Su objetivo es ayudar a acelerar el crecimiento limpio y la protección del clima mediante la rápida eliminación gradual de la electricidad tradicional a base de carbón. A partir de noviembre de 2022, los miembros de la PPCA sobrepasan los 165 miembros, incluidos gobiernos nacionales, gobiernos subnacionales, empresas e instituciones financieras. Además, la PPCA ha ayudado a garantizar que más del 75 por ciento de la energía a base de carbón en los países miembros de la OCDE se retire o esté programado para retirar en 2030 (Gobierno de Canadá, 2023a). Los miembros de la alianza se comprometen a lograr esta eliminación gradual de una manera sostenible y económicamente inclusiva, al tiempo que brindan el apoyo adecuado a los trabajadores y las comunidades (Gobierno de Canadá, 2023a).

En 2022, Canadá anunció dos nuevas iniciativas que buscan ayudar a los países en desarrollo a realizar la transición a la energía limpia, en virtud del compromiso de Canadá de financiar este tipo de acciones, con de diez millones de dólares canadienses (Gobierno de Canadá, 2023a) distribuidos así:

- 5 millones para la Asociación para la Transición Energética del Sudeste Asiático, con el fin de apoyar la eliminación gradual del carbón en Indonesia, Filipinas y Vietnam.
- 5 millones para la OCDE, con el fin de apoyar su programa de Movilización de Inversiones y Financiación de Energías Limpias.
 - La Movilización de Inversiones y Financiación de Energías Limpias ayuda a las economías emergentes a atraer inversiones del sector privado en energías limpias.
 - La Movilización de Inversiones y Financiación de Energías Limpias está actualmente en funcionamiento en Indonesia, Vietnam, Colombia, India, Tailandia, Filipinas y Egipto.

Previamente, en 2018, Canadá ya había comprometió una contribución de hasta 275 millones de dólares al Banco Mundial para crear el programa de transición energética y eliminación gradual del carbón, cuyo propósito ha sido ayudar a varios países en desarrollo, en particular del sudeste asiático, a eliminar gradualmente su dependencia de la generación de electricidad a partir del carbón. El programa también movilizará recursos financieros del sector privado para la acción climática y brindará oportunidades de capacitación y empleo para mujeres en sectores de energía limpia (Gobierno de Canadá, 2023a).

¹ Ver Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), <https://www.csir.co.za>

Con el nuevo apoyo financiero de Canadá y el Reino Unido, el Banco Mundial también amplía su labor para ayudar a los países que han tomado la decisión de abandonar el carbón a cerrar minas y abordar los impactos socioeconómicos resultantes en los trabajadores y las comunidades. Esto significa tomar medidas para proteger los empleos y las habilidades y preservar el medio ambiente, incluso mediante sólidas redes de seguridad social para los trabajadores de las minas de carbón y la recuperación y reutilización de las zonas de las minas de carbón (World Bank, 2018).

3.6 Seguridad alimentaria

Canadá es el principal productor y exportador de fertilizantes de potasio a nivel mundial y posee el 45% de las reservas mundiales. Tres países, Canadá, Rusia y China, representaron aproximadamente el 66% de la producción mundial en 2022, año durante el cual Canadá exportó 21,3 millones de toneladas de potasio, lo que representa el 46% de las exportaciones totales mundiales (Gobierno de Canadá, 2024). La producción de fertilizantes en Canadá genera 17 mil millones de dólares canadienses en actividad económica. Los fertilizantes canadienses se comercializan con más de 75 países y representan el dos por ciento de las exportaciones canadienses (Fertilizer Canada, 2018). Es a través de Estados Unidos que los productores canadienses de fertilizantes nitrogenados están vinculados al precio internacional del nitrógeno. Las exportaciones canadienses de amoníaco (NH₃) promediaron 956.000 y 996.000 toneladas métricas durante los últimos 5 y 10 años respectivamente. En los últimos dos años, el tonelaje de urea exportado a los EE. UU. totalizó 450.000 toneladas métricas, lo que representa una disminución del 20% en las exportaciones con respecto al promedio de los últimos cinco años (Furtas, 2021).

Canadá es el segundo mayor productor de azufre elemental, detrás de Estados Unidos, cuyo uso más común es en la producción de fertilizantes, fungicidas y pesticidas (Canada Action, 2023), y con el 40% del comercio mundial de azufre, es además el mayor exportador mundial de azufre elemental, vendido a unos 20 países (Prud'homme, 2006).

En contraste, Canadá se ha vuelto completamente dependiente del fosfato proveniente de otros países, históricamente de Estados Unidos, pero también de Rusia y Marruecos. Ante esto, Canadá está desarrollando un sitio de producción de fosfato para aliviar su dependencia de otros países. Con el inicio de la guerra en Ucrania, los agricultores canadienses se vieron obligados a pagar precios más altos a corto plazo por el fosfato de esa parte del mundo. Al mismo tiempo, el suministro estadounidense ha estado disminuyendo desde un máximo de aproximadamente 48 millones de toneladas en 1991 a un poco menos de 20 millones en 2022, y con perspectiva a empeorar ante el agotamiento de las reservas de fosfato, aumentando así el déficit de fosfato en América del Norte (Pearce, 2024).

En 2021, Polonia fue el sexto país mayor productor de fertilizantes en el mundo. En el país funcionan cinco grandes fábricas de nitrógeno (N) y fertilizantes compuestos. La producción

combinada de todas las fábricas en el año 2023 fue de aproximadamente 1.5 millones de toneladas de N e incluye prácticamente toda la gama de fertilizantes nitrogenados. Se prevé que las exportaciones polacas de fertilizantes alcancen casi medio millón de toneladas métricas para 2026, en comparación con 455.120 toneladas métricas en 2021 (Sas, 2024).

3.7 Manejo de la informalidad y la ilegalidad

La minería ilegal en el Perú se ha arraigado como un problema endémico a pesar de los esfuerzos por erradicarla. Este problema, más allá de la simple extracción no regulada de recursos, está intrínsecamente vinculado a una red compleja de actividades delictivas organizadas que se entrelazan en la sociedad y el entorno natural. Estos grupos no solo ejercen control sobre las operaciones mineras ilegales, sino que también mantienen conexiones con el tráfico de armas, personas, contrabando y narcotráfico. Asimismo, la minería ilegal no se limita a una sola industria, sino que se convierte en un problema sistémico que impacta negativamente diversas áreas del país. En este sentido, resulta incorrecto hacer una comparación entre la realidad de esta actividad ilegal frente al funcionamiento de todo el sector minero como un conjunto. La industria minera es una de las actividades que ha aportado mayor beneficio social y económico para el desarrollo del país. Si bien esta tiene la capacidad potencial de generar prosperidad bajo un enfoque de sostenibilidad, competitividad y descentralización, existen operaciones informales e ilegales que con frecuencia se yuxtaponen, y son un problema que persiste con graves repercusiones para el medio ambiente y el bienestar social. La minería pequeña y artesanal (MAPE), en la que se presenta de manera más generalizada este contexto, representa un reto complejo y multifacético, en el que diversos factores tales como oportunidades socio-económicas limitadas, debilidad institucional y diseño e implementación deficiente de políticas públicas, y la actividad delictiva sistemática, retrasan los esfuerzos por erradicar operaciones ilícitas y acelerar el proceso de formalización puestos en marcha.

Los planes para la formalización de la MAPE en Perú se han centrado específicamente en la minería de oro debido a su relevancia y la complejidad de su explotación a pequeña escala. La minería de oro presenta desafíos únicos, como su fácil procesamiento a nivel informal y su alta integración en las economías formales, lo que la hace un foco principal para el análisis. Sin embargo, la política pública de formalización debe abarcar tanto la minería metálica como no metálica, pero el oro, siendo el mineral con mayor número de mineros y una producción significativa en el país, ha sido el centro del estudio. Adicionalmente, se ha resaltado la importancia de involucrar a todos los actores, incluidas las comunidades mineras y en particular a las mujeres que participan en la MAPE. Reconocer y abordar las experiencias y necesidades de estos grupos sub-representados es crucial para la implementación de políticas más inclusivas y equitativas. Las recomendaciones no solo buscan mejoras técnicas en los procedimientos, sino que también aspiran a generar un cambio positivo y gradual en las políticas públicas, permitiendo que la formalización en la MAPE se convierta en un proceso más eficiente y justo para todos los involucrados. Así, luego de dos décadas de la ley de

formalización y promoción de la pequeña minería y la minería artesanal (ley 2765 de 2002), a 2023 se había formalizado más de once mil mineros (Gobierno de Perú, 2024). Sin embargo, Wilson et al. (2024) ofrecen varias observaciones para su mejor implementación, agrupadas en cuatro ejes articuladores, a saber:

- Visión de una MAPE responsable, que genere mayores beneficios económicos y sociales a partir de la formalización.
- Fortalecimiento de la presencia estatal a nivel local en zonas de MAPE, con capacitación y asistencia técnica a esta actividad.
- Modificación de los requisitos fiscales para incentivar la formalización según las distintas clasificaciones de la MAPE.
- Mejora de los procesos de solicitud de formalización.

En Polonia hay tres tipos de minería ilegal. Una a gran escala que se presenta en la mina de carbón de Turów en la frontera con Alemania y la República Checa, cuya explotación ha sido prohibida por los tribunales de la Unión Europea debido a sus impactos ambientales, pero que el gobierno polaco no ha cerrado debido a su importancia para el país. Otra minería ilegal se presenta a escala artesanal con la minería del carbón debido a los altos precios de la energía en el país. En algunas regiones de Polonia se presentan micro-explotaciones de carbón no autorizadas para satisfacer las necesidades energéticas de pequeñas comunidades o incluso familias. Este carbón es usado esencialmente para calefacción en invierno y sobre esta actividad no hay información. Finalmente, algunas minas de carbón que fueron cerradas, grupos de trabajadores han regresado a ellas por su propia cuenta debido a que no encuentran alternativas de trabajo. Tal es el caso de las minas de carbón en Wałbrzych en donde 3000 trabajadores han regresado a su explotación de manera ilegal.

Con respecto a la explotación ilegal de las minas de carbón en Wałbrzych es importante anotar que la economía de esta ciudad se había basado casi exclusivamente en la minería del carbón, que en su apogeo empleaba a un tercio de la población. Sin embargo, a finales de la década de 1980, las minas se habían vuelto poco rentables e ineficientes, en parte debido a los altos costos de producción y a las cambiantes condiciones macroeconómicas. Después de la caída del comunismo en Polonia en 1989, el cambio a una economía orientada al mercado condujo a cierres rápidos de minas. El cierre se inició en 1995-1996, y a finales de la década, todas las minas de Wałbrzych cerraron y 14000 trabajadores del carbón perdieron sus empleos (WRI, 2021b).

Con cierres tan rápidos, no se había realizado una planificación para preparar a la ciudad para un cambio económico tan importante, como la diversificación de la economía local. El desempleo aumentó al 38% o 40%, con efectos económicos generalizados. A falta de alternativas viables, se estima que 3000 antiguos mineros recurrieron a trabajos peligrosos en minas ilegales. Wałbrzych y los municipios circundantes carecían de los recursos y la

capacidad para abordar la transformación por sí solos, especialmente porque sus presupuestos se redujeron debido a la menor recaudación del impuesto sobre la renta. Esto se agravó aún más con la reforma administrativa municipal en Polonia en 1999, cuando Wałbrzych perdió su condición de capital regional, lo que provocó una mayor pérdida de capacidad y de puestos de trabajo administrativos (WRI, 2021b).

En los años posteriores al cierre de las minas, se tomaron varias medidas para impulsar la economía local. A principios de los años 90 se creó el Fondo Regional de Wałbrzych y la Agencia de Desarrollo Local (AGROREG) para apoyar la reestructuración y el desarrollo en zonas con un alto desempleo tras el colapso de la industria del carbón. AGROREG sigue actuando como incubadora y prestamista para pequeñas y medianas empresas locales, empresas sociales e iniciativas culturales, incluso actuando como intermediario para los fondos rotatorios de microcréditos de la UE (WRI, 2021b).

Además, en 1997 se creó una zona económica especial, INVEST-PARK, con exenciones fiscales para las empresas hasta 2020. El parque atrajo a varias empresas nuevas, incluidas Toyota y Bosch, pero tuvo un comienzo en general lento. A fines de 2000, solo se habían creado 1.500 empleos locales, una décima parte de los empleos perdidos en el sector minero, sin evidencia de que los antiguos trabajadores del carbón se beneficiaran. Sin embargo, con el tiempo, la creación de empleo en INVEST-PARK aumentó. A mediados de 2011, se estimaba que había unos 8300 puestos de trabajo, y las estimaciones para 2019-2020 oscilan entre 15.000 y 20.000, hasta 53.500. Gran parte del crecimiento se debió a las inversiones extranjeras después de que Polonia se uniera a la UE en 2004 (WRI, 2021b).

El gobierno polaco también otorgó privilegios financieros a las ciudades mineras para ayudar a impulsar sus economías, incluido un aumento de la participación en los ingresos fiscales y el acceso a créditos preferenciales. Sin embargo, las autoridades locales hicieron poco uso de estos privilegios, y se retiraron en la década de 2000. Los programas de reconversión profesional también tuvieron dificultades, especialmente porque muchos mineros tenían problemas de salud que limitaban su capacidad para trabajar (WRI, 2021b).

En 2005, Sudáfrica implementó la ley de metales preciosos ("Precious Metals Act") para regular la adquisición, posesión, refinación, beneficio, uso y disposición de metales preciosos como el oro y los metales del grupo del platino. Esta ley tiene como objetivo garantizar que la explotación de estos recursos beneficie a la población sudafricana, promoviendo el acceso equitativo y el valor agregado local. La ley está supervisada por el Regulador de Diamantes y Metales Preciosos de Sudáfrica (SADPMR). Para combatir la comercialización ilegal de estos metales, Sudáfrica ha establecido licencias específicas: licencia de refinación (hasta 30 años), licencia de beneficio de metales preciosos (hasta 10 años), y los permisos para joyeros. Estas licencias permiten la compra, refinación, transformación y uso de metales preciosos, pero imponen restricciones estrictas para evitar el comercio ilícito. Solo quienes posean estas

licencias pueden operar con metales preciosos, y está prohibido usar estos metales como pago de deudas o servicios.

Según el último informe del SADPMR (2023), durante el año fiscal 2022-2023, este regulador realizó casi 500 inspecciones de monitoreo de cumplimiento de la norma a los diferentes tipos de licencias otorgadas, así como 47 inspecciones conjuntas con el servicio de policía y el servicio de impuestos sudafricano a fin de reducir el comercio ilegal de estos recursos minerales. Estas labores de inspección llevaron a más de mil notificaciones de incumplimiento de alguna de las obligaciones establecidas a los poseedores de las licencias de operación otorgadas.

La minería artesanal en Sudáfrica, conocida como "Zama Zamas", es una actividad que puede emplear entre 30.000 y 250.000 personas (Bester, 2023). En 2022, el Departamento de Recursos Minerales y Energía (DMRE) de Sudáfrica implementó la política para formalizar la MAPE, reduciendo a la vez la minería ilegal y promoviendo la creación de empleos formales en el sector. Entre otros, esta política establece un esquema de licenciamiento que prioriza a los grupos vulnerables y a las mujeres, así como el entrenamiento a los operadores mineros, y promoción a las cooperativas. Contempla también esquemas de coexistencia con operaciones de gran escala, minería de depósitos de relaves, y acceso a tierra. Adicionalmente, la política incluye requerimientos relacionados con la legislación tributaria sudafricana tales como el pago de regalías, impuesto de renta e impuesto al valor agregado, los regímenes de tributación de la facturación y de las sociedades de capital riesgo, al igual que estímulos como el incentivo para pequeñas empresas.

En cuanto a los aspectos ambientales, esta política reconoce la dificultad que tiene la MAPE de cumplir con los requerimientos ambientales, de uso de agua, y de seguridad y salud laboral. En este sentido, la política contempla idear intervenciones para capacitar, empoderar y educar a los mineros artesanales y de pequeña escala, así como mecanismos de incentivos que promuevan el cumplimiento de esta normatividad por parte de la MAPE. Por último, en cuanto al manejo de la minería ilegal, un primer aspecto sugerido en la política es la distinción entre la MAPE y la minería ilegal, lo cual, según Bester (2023), es un primer paso hacia el desarrollo socio-económico del sector. La política señala además la necesidad de fortalecer las leyes para la criminalización de esta última a partir de lo establecido en la ley de metales preciosos, con la creación, por ejemplo, de una fiscalía especializada para asuntos de minería ilegal.

3.8 Comunidades étnicas

La participación temprana de la comunidad y el diálogo significativo entre las comunidades étnicas y las empresas de exploración son fundamentales para establecer relaciones de trabajo exitosas. Los acuerdos firmados desde la fase inicial de exploración (por ejemplo, memorandos de entendimiento, acuerdos de exploración), sirven para establecer un

entendimiento mutuo entre una comunidad y una empresa, y definen los principios para trabajar juntos en pos de oportunidades mutuas (Natural Resources Canada, 2012).

En Canadá, las relaciones entre los étnicas y la industria minera han evolucionado enormemente mediante la conclusión de acuerdos relacionados con el desarrollo de minas, como los Acuerdos de Impacto y Beneficios. Estos acuerdos suelen contener disposiciones sobre empleo y capacitación, oportunidades comerciales mediante contratos de reserva y empresas conjuntas, consideraciones sociales y culturales, monitoreo ambiental, acuerdos de financiación y otras disposiciones (Natural Resources Canada, 2012). Los acuerdos tanto en la etapa de exploración como en la de desarrollo han demostrado ser exitosos para asegurar beneficios para algunas comunidades étnicas.

A través de la negociación de acuerdos, las comunidades étnicas pueden participar directamente desde la etapa de exploración, durante las operaciones y durante el cierre de la mina y la rehabilitación del sitio (Natural Resources Canada, 2012). Las comunidades étnicas pueden querer desarrollar empresas conjuntas con empresas establecidas. Las empresas conjuntas son una excelente manera de desarrollar la capacidad empresarial local para prepararse y aprovechar las oportunidades comerciales relacionadas con el desarrollo de la mina (Natural Resources Canada, 2012). El sector también apoya la participación indígena a través de la capacitación, el desarrollo empresarial, el empleo, las inversiones sociales y las adquisiciones. Como resultado de sus esfuerzos, la industria minera se ha convertido en el mayor empleador industrial del sector privado, en términos proporcionales, de los pueblos indígenas en Canadá. Actualmente, hay más de 500 acuerdos activos entre empresas mineras y comunidades indígenas (The Mining Association of Canada, s.f.a).

La industria y los gobiernos canadienses se han comprometido a garantizar que la explotación minera en Canadá se lleve a cabo de manera responsable con el medio ambiente en todas las etapas de la secuencia minera. La consulta es una parte importante del proceso de evaluación ambiental de los proyectos mineros. Mediante la revisión de los estudios y documentos del proyecto, las comunidades étnicas pueden expresar sus inquietudes, brindar aportes y desarrollar soluciones compartidas. Además, el uso del conocimiento tradicional puede ayudar a identificar los posibles impactos ambientales y las medidas de mitigación necesarias para reducirlos o eliminarlos (Natural Resources Canadá, 2012). Estos acuerdos jurídicamente vinculantes pueden establecer los términos de cómo una empresa y una comunidad trabajan juntas y establecen un marco para la cooperación y la colaboración. Si bien los primeros acuerdos eran de naturaleza más transaccional, los acuerdos modernos van más allá de los pagos financieros para compensar los posibles impactos adversos y se han convertido en un medio para facilitar la participación indígena en el sector minero (The Mining Association of Canada, s.f.b).

En 2019, la Asociación Minera de Canadá (MAC) lanzó un protocolo actualizado de relaciones indígenas y comunitarias de Hacia una Minería Sostenible (TSM por sus siglas en inglés), que

refleja los tres aspectos del Llamado a la Acción 92. Al desarrollar los criterios para este protocolo, la MAC buscó orientación en la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (DNUDPI), la CVR de la Comisión de la Verdad y la Reconciliación, así como en el asesoramiento del Panel Asesor de la Comunidad de Interés de TSM, que incluye representación de comunidades indígenas. El protocolo, que está diseñado para facilitar la construcción de relaciones sólidas a través de procesos de participación y toma de decisiones colaborativos, incorpora criterios mensurables que reflejan el llamado de la CVR al sector corporativo, con cinco indicadores de desempeño que buscan confirmar que (The Mining Association of Canada, s.f.c):

- Existen procesos para identificar comunidades de interés, incluidas las comunidades y organizaciones indígenas
- Se han establecido procesos para apoyar el desarrollo y el mantenimiento de relaciones significativas con las comunidades de interés
- Las instalaciones mineras están construyendo activamente relaciones significativas e implementando procesos de participación y toma de decisiones con las comunidades indígenas
- Se han establecido procesos para mitigar los impactos adversos en la comunidad y optimizar los beneficios sociales generados por las instalaciones
- Existen procesos para responder a incidentes, inquietudes y comentarios de las comunidades de interés

En Australia y Sudáfrica, la participación de las comunidades indígenas en la industria minera también está regulada y apoyada mediante diversas normativas, incentivos y programas de apoyo. Por ejemplo, el Native Title Act de 1993 reconoce y protege los derechos e intereses de los pueblos indígenas australianos en tierras y aguas de acuerdo con sus leyes y costumbres tradicionales, lo que permite que en la práctica se den acuerdos específicos entre empresas mineras y comunidades indígenas que incluyen beneficios económicos, empleos, capacitación y desarrollo comunitario. En Sudáfrica, el marco normativo para el desarrollo de la industria minera ha establecido requisitos para la inclusión y el desarrollo socioeconómico de los pueblos originarios en las áreas mineras, promoviendo la inclusión económica de las comunidades afro en la industria minera a través de la propiedad, gestión y beneficios económicos (Gobierno de Sudáfrica, 2003, 2018).

3.9 Resumen de la implementación estrategias

La tabla 3 resume las acciones más relevantes emprendidas por los gobiernos de los países analizados, o ciertos resultados interesantes reportados, en relación a las estrategias de política pública para el desarrollo minero para cada uno de estos países. Los resultados reportados en esta sección y en la tabla 3 advierten diferentes grados de acción o participación de los gobiernos para la implementación de las estrategias propuestas en los respectivos planes de desarrollo o documentos de estrategia minera. Por un lado, en Australia, Canadá,

Noruega, Polonia y Sudáfrica se evidencia una activa participación de los gobiernos, ya sean nacionales o locales, para promover distintas medidas que se corresponden con estrategias específicas de los planes de desarrollo minero. Por otro lado, para Perú, si bien se reportan avances para el manejo de los pasivos ambientales mineros, se reportan también bastantes retos en la formalización minera. Mientras que para México, si bien se identifica una normatividad amplia que aplica a la industria minera (García et al., 2022), no se halló acciones concretas de la institucionalidad enfocadas a su desarrollo minero, el cual, al parecer, ha dependido más de la iniciativa privada (Téllez y Azamar, 2021). Para estos dos países, México y Perú, a partir de la información disponible, no se logró hacer un rastreo o evaluación amplio de la implementación de sus estrategias de desarrollo minero, lo cual obstaculiza visualizar los avances de la minería en estos países, a partir de la política pública minera.

Como se observa en la tabla, a partir de la gran diversidad de estrategias o pilares de acción para el desarrollo minero propuestos en cada país (ver Tabla 2), son diferentes las acciones emprendidas por los diferentes gobiernos. Así, por ejemplo, Canadá cuenta con planes de acción anualizados, los cuales son permanentemente evaluados en cuanto a su desempeño. Por su parte, en Sudáfrica y Perú, existen políticas que buscan fomentar la formalización de la MAPE, y frenar la extracción ilícita de minerales. Excepto para el caso de México, en general se distinguen diversas acciones de la institucionalidad en torno al desarrollo de la minería, que van desde elaboración de nuevas políticas, hasta acciones directas en campo para el manejo de fenómenos como la ilegalidad o la informalidad, pasando por incentivos económicos y esquemas de tributación que buscan el aprovechamiento de los beneficios económicos que deja la minería para su aporte al desarrollo regional y nacional.

Tabla 3. Síntesis de la implementación de estrategias de desarrollo minero

País	Estrategia	Acciones o Resultados
Australia	Atraer Inversiones	En 2008 se lanza la plataforma "Single Window Clearance", para centralizar y simplificar procesos de solicitudes, y en 2021 se introdujo el "Streamlining Approvals Program", que busca unificar los requisitos entre los gobiernos estatal y federal, eliminando duplicaciones. Desde 2014, la "Major Projects Facilitation Agency" ofrece a los inversionistas asistencia en el proceso de aprobación de grandes proyectos. Entre 2015 y 2020, la IED en el sector minero australiano creció un 15%, alcanzando AUD 90 mil millones en 2020.
	Desarrollar Infraestructura	Desde 2019, inversiones desde 5 mil millones de AUD hasta 30 millones de AUD para infraestructura. Entre 2015 y 2020, las mejoras en infraestructura y la adopción de tecnologías permitieron a las



País	Estrategia	Acciones o Resultados
		empresas mineras reducir sus costos operativos en 25% promedio, y de costos energéticos hasta en 15%. También, aumentos en productividad de hasta el 10% entre 2015 y 2020. Entre 2017 y 2021, mejores de gestión en la cadena de suministro, contribuyeron a una reducción de costos de hasta un 12%.
	Promover exploración	La Iniciativa de Exploración Colaborativa (CEI) de Queensland, lanzada en 2021, fomenta la exploración de minerales críticos con asistencia técnica y apoyo financiero que oscila entre AUD 100,000 y AUD 1,000,000, según el tipo de proyecto.
	Fomentar la sostenibilidad	El marco "Towards Sustainable Mining" (TSM) fue adoptado en 2004 por el Mining Association of Canada (MAC) y se ha implementado en Australia a través de la Minerals Council of Australia (MCA), para fomentar prácticas mineras responsables y sostenibles.
	Desarrollo regional	Entre otros, el Programa de Aceleración Regional, con un presupuesto de 2 mil millones de dólares desde 2020, ha potenciado el desarrollo de infraestructura y la formación de capacidades en regiones mineras, estimulado la economía local. En la implementación de la Estrategia de Minerales Críticos 2023-2030 destaca el compromiso de participación de las comunidades indígenas en la minería, asegurando que se compartan los beneficios y se respeten los derechos de estas comunidades.
	Seguridad y Salud	El informe de seguridad 2022-2023 muestra una reducción significativa del 26% en incidentes de alto riesgo debido a medidas como el Marco Safety 4.0 que busca un entorno de trabajo más seguro en empresas mineras, y la Regulación Basada en el Riesgo de Nueva Gales del Sur, adoptada desde 2017.
	Regulación y Gobernanza	La Ley de Esclavitud Moderna fue modificada en 2023 para intensificar la lucha contra la esclavitud moderna y mejorar la transparencia en las cadenas de suministro. Adopción de estándares TNFD e IFRS, para que empresas informen sobre los riesgos y oportunidades relacionados con la naturaleza. Su implementación está prevista para 2024.

País	Estrategia	Acciones o Resultados
		Los estándares para informes de sostenibilidad, desarrollados por el ISSB, fueron adoptados desde 2022.
Canadá	<p>Plan de Minerales y Metales de Canadá:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo económico y competitividad - Avanzar en la participación de los Pueblos Indígenas - El medio ambiente - Ciencia, tecnología e innovación - Comunidades - Liderazgo global 	<p>Para asegurar la ejecución de las estrategias definidas en este Plan, anualmente se realiza un Plan de Acción con un conjunto de acciones específicas para cada una de las estrategias. Periódicamente, se realiza el informe sobre el desempeño del sector minero (MSPR, por sus siglas en inglés), el cual evalúa el desempeño económico, social y ambiental de la industria canadiense de minerales y metales, basada en datos creíbles y confiables, identifica áreas en las que mejorar y prioridades para el trabajo colaborativo entre los gobiernos federales, provinciales y territoriales.</p>
	<p>Estrategia Canadiense para el desarrollo de Minerales Críticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impulsar la investigación, la innovación y la exploración - Acelerar el desarrollo responsable de proyectos - Construir infraestructura sostenible - Avanzar en la reconciliación con los pueblos indígenas - Desarrollar una fuerza laboral diversa y comunidades prósperas - Fortalecer el liderazgo y la seguridad global 	<p>Financiamiento federal por más de 3800 millones de dólares canadienses para diferentes tipos de iniciativas, desde la exploración hasta la comercialización.</p> <p>Colaboración continua con comunidades indígenas para facilitar su participación en proyectos de minerales críticos, a la vez que se respetan sus derechos y bienestar económico.</p> <p>Apoyo permanente para lograr una participación femenina del 30% en la fuerza laboral minera a 2030.</p> <p>70 millones de dólares canadienses en 2022 para asociaciones que promuevan el liderazgo minero canadiense.</p>
Polonia	<p>El principal objetivo de la Política de Materias Primas del Estado es garantizar la seguridad de los recursos del país facilitando el acceso a las materias primas necesarias, nacionales e importadas, tanto a corto como a largo plazo, teniendo en cuenta las necesidades cambiantes de las generaciones futuras.</p>	<p>Esta política es ejecutada por el Servicio Geológico Polaco, en cabeza de su director, y su implementación es monitoreada periódicamente para definir los avances. Las diferentes medidas previstas se llevan a cabo sobre la base de un acuerdo celebrado con el Fondo Nacional para la Protección del Medio Ambiente y la Gestión del Agua, que prevé tanto el indicador de la tarea realizada, como el plazo de ejecución y los costes del proyecto. El financiamiento de la política está mayormente a cargo del presupuesto nacional,</p>

País	Estrategia	Acciones o Resultados
		regional o local. Igualmente hay recursos provenientes de fondos previamente establecidos y por medio de cooperación internacional.
	<p>Política Energética de Polonia PEP, al año 2040, se centra en la transición energética justa y establece las siguientes metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – No más de 56% de carbón en la producción de electricidad en 2030. – Al menos 23% de fuentes de energía renovables en el consumo final bruto de energía en 2030. – Implementación de energía nuclear en 2033. – Reducción del 30% en las emisiones de GEI para 2030 (en comparación con 1990). – Reducción del 23% en el consumo de energía primaria para 2030 (en comparación con la proyección PRIMES2007). 	<p>Financiamiento hacia 2030 cercano a los 60.000 millones de euros, procedentes de la UE y principalmente de fondos nacionales.</p> <p>En el marco de esta política, los índices de seguridad energética, social y económico han aumentado en 5, 60 y 68 puntos básicos, respectivamente.</p>
Perú	Formalización de minería informal	Cuenta con ley de formalización y promoción de la pequeña minería y la minería artesanal de 2002, más de 11000 mineros formalizados a 2023.
	Remediación de pasivos ambientales mineros.	Desde 2020, se implementa programa "Remediación de Pasivos Ambientales Mineros".
Noruega	Contribuir a la economía circular y ser proveedor de cadenas verdes de valor.	En 2024, Noruega firmó con la Unión Europea un acuerdo bilateral de asociación estratégica industrial para el desarrollo de cadenas de valor materias primas críticas y producción de baterías.
Sudáfrica	Propiedad	Desde 2017, la Mining Charter exige que las compañías mineras tengan al menos un 30% de propiedad en manos de sudafricanos históricamente desfavorecidos (HDSA, siglas en inglés), y 50% de los miembros de los consejos de administración sean HDSA. A 2024, esta participación en la propiedad alcanzó el 39%, y para 2023, para ciertos niveles de dirección, los HDSA alcanzaron una representación del 41%.
	Proceso de beneficio	Las acciones de la Mining Charter y del gobierno han llevado a nuevas plantas para recuperar

País	Estrategia	Acciones o Resultados
		cromo ultrafino de los residuos mineros, y procesar cromo y platino en Sudáfrica.
	Desarrollo socioeconómico	Los Planes Sociales y Laborales (SLP, por sus siglas en inglés), hacen parte de las obligaciones de las empresas mineras. Desde 2016, bajo estos planes, las empresas han invertido más de R1.14 mil millones en iniciativas de desarrollo comunitario, lo que supera ampliamente el estándar mínimo del 1% de las utilidades netas después de impuestos que exige la Mining Charter.
	Condiciones de trabajo	El Departamento de Recursos Minerales y Energía (DMRE), ha implementado estrictas normativas de seguridad minera. Aunque las fatalidades en las minas de Sudáfrica siguen siendo una preocupación, ha habido una tendencia a la baja en los últimos años. Por ejemplo, en 2022, hubo una reducción del 32% en comparación con 2021.
	Transparencia y responsabilidad	La ley de Recursos Minerales y Petróleo (MPRDA) desde 2004 establece estrictos requisitos regulatorios para las empresas mineras, especialmente en cuanto a la protección del medio ambiente y la responsabilidad social. El cumplimiento de esta ley es verificado a través de inspecciones periódicas y revisiones de los informes presentados por las empresas anualmente.
	Ilegalidad	En 2022, el Departamento de Recursos Minerales y Energía (DMRE) de Sudáfrica implementa la política para la MAPE.

4 CONCLUSIONES

El análisis de las principales características del desarrollo del sector minero en estos países deja algunas enseñanzas para la planeación del desarrollo minero. En primer lugar, como parte de una tendencia amplia hacia la descarbonización y la adopción de energías renovables países como Australia, Canadá y Polonia han estado eliminando el carbón de sus matrices energéticas, lo que implica el cierre minas de carbón, y fomentar la transición hacia energías renovables en cumplimiento de sus compromisos de reducción de emisiones de GEI. Por un lado, para mitigar el impacto de esta transición, cada gobierno ha puesto en marcha programas integrales que apuntan a apoyar a los trabajadores mineros afectados por el cierre de minas de carbón, en procesos graduales donde es esencial la ayuda al desarrollo de nuevas habilidades y en la búsqueda de empleos en sectores alternativos al de la minería del carbón. Adicional al asunto energético, en general, cualquier mina enfrenta un cierre en el largo plazo, al cual es necesario anticiparse mediante el establecimiento de planes de cierre adaptables a las condiciones cambiantes tanto en el contexto socio-político como de operación de la mina misma. Una componente de primera importancia en esos planes de cierre de minas es que la empresa minera debe demostrar que puede asumir los costos de recuperación y cierre, los cuales se configuran como requisitos de garantía financiera para la recuperación y el cierre de la mina. Adicionalmente, se observa una tendencia hacia la diversificación de instrumentos de reestructuración del empleo en territorios mineros, como anticipo al cierre de minas.

Los encadenamientos productivos a nivel nacional alrededor de la industria minera, dependen en gran medida del grado de desarrollo de la industria manufacturera de cada país, a partir del cual puedan darse procesos de transformación y procesamiento de los minerales extraídos, para su posterior uso en otros sectores económicos según las necesidades de producción de bienes y servicios. En este sentido, el desarrollo de cadenas de valor a partir de la extracción de minerales pasa por considerar las necesidades en cuanto a productos tales como materiales de construcción, pasando por tecnologías de la información y la comunicación, hasta el consumo de energía. Como se describió en este capítulo, es importante además considerar el apoyo estatal a este desarrollo del aparato industrial mediante mecanismos tales como incentivos económicos a la creación o fortalecimiento de estas cadenas de valor, de la mano del fortalecimiento de los vínculos de la industria con las universidades e institutos de investigación, así como a través aprovechar ciertas oportunidades de cooperación ofrecida por países mineros como las descritas previamente. De la misma manera, algunos de los países analizados tienen establecidos esquemas tributarios que incluyen incentivos económicos a la actividad minera o que buscan impulsar el aporte de la minería al desarrollo de los territorios donde esta se lleva a cabo. Adicionalmente, la cooperación internacional se torna como una opción factible como apoyo al desarrollo minero de Colombia, teniendo en cuenta las varias

opciones ofrecidas por países mineros, tanto en oportunidades de capacitación e investigación, como de posible financiamiento.

Un ejemplo importante para el desarrollo de encadenamientos productivos para la transición energética, basado en la extracción de minerales críticos, es el de Canadá, donde se ha respaldado la estrategia de minerales críticos con montos importantes de recursos para impulsar iniciativas como: desarrollo, demostración, comercialización y adopción de nuevas tecnologías y procesos que respalden el crecimiento sostenible en las cadenas de valor de minerales críticos, mejorar la calidad y disponibilidad de datos y tecnologías digitales para apoyar la geociencia, mejora de la resiliencia de la cadena de suministro de minerales críticos a través de colaboraciones internacionales relacionadas con minerales críticos, apoyo a la investigación, innovación y desarrollo tecnológico relacionado con minerales críticos. Igualmente, dentro de la política de transición energética de algunos de los países analizados, se resalta la significativa inversión en diferentes tipos de tecnologías tales como baterías y generación de energía solar y eólica, ya sea a través de la apuesta por el desarrollo nacional de esta industria y su conexión con la industria minera nacional, o su importación en última instancia.

En cuanto al manejo de la informalidad y la ilegalidad minera, Sudáfrica deja una lección importante, al lanzar una política focalizada a la formalización de la MAPE, en la cual se proponen medidas que parten del reconocimiento de esta como una actividad diferente de la minería a gran escala, no solo por las características del tamaño de su operación, sino además por sus capacidades para el cumplimiento de la normatividad ambiental, minera y laboral. Por último, pero no menos importante, es el reconocimiento e inclusión de diferentes comunidades étnicas dentro de la industria minera, en países como Australia, Canadá y Sudáfrica. Dicho reconocimiento comprende acciones que van desde diálogo y el establecimiento de acuerdos para su participación directa en la minería mediante varias vías, hasta la mitigación de aquellos impactos adversos de la actividad minera en los territorios de estas comunidades.

5 REFERENCIAS

- AusIMM (2024). Future of mining in Australia. Tomado de <https://www.ausimm.com/insights-and-resources/mining-industry/future-of-mining-in-australia/>
- Bester (2023). Towards a sustainable artisanal gold mining sector in South Africa: Proposed developmental initiatives. *Journal of Rural Studies* 97, 375-384.
- Brodny J., Tutak M., Grebski W. (2024). Empirical assessment of the efficiency of Poland's energy transition process in the context of implementing the European Union's energy policy. *Energies* 17(11), 2689. <https://doi.org/10.3390/en17112689>
- Broughel, A. (2024). Polonia está eliminando el carbón: ¿cómo no dejar atrás a los trabajadores? Tomado de <https://www.paisminero.com/mineria/carbon-colombiano/27809-polonia-esta-eliminando-el-carbon-como-no-dejar-atras-a-los-trabajadores>
- Canada Action (2023). Sulfur in Canada: History, facts and more. Tomado de <https://www.canadaaction.ca/sulphur-canada-facts#:~:text=Sulphur%20is%20mainly%20found%20in,produces%20ten%20times%20less%20annually>
- Canada Energy Regulator (2023). Canada's Energy Transition: Historical and Future Changes to Energy Systems – Update – An Energy Market Assessment. Tomado de <https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/energy-markets/canadas-energy-transition/canadas-energy-transition-historical-future-changes-energy-systems-update-energy-market-assessment-future-pathways.html>
- Castillo, L., Satalaya, C., Paredes, U., Encalada, M., Zamora, J., Cuadros, G. (2021). Pasivos ambientales mineros en el Perú: Resultados de la auditoría de desempeño sobre gobernanza para el manejo integral de los PAM. Contraloría General de la República. Lima, Perú.
- CLEW (2024). CLEW Guide – Poland's new govt yet to deliver on energy transition promises. Tomado de <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/clew-guide-upcoming-election-will-shape-direction-and-pace-polands-energy-transition>
- Comisión Europea (2021). Pacto Verde Europeo. Tomado de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/869813/EGD_brochure_ES.pdf.pdf
- Constable, T. (2022). Innovation makes Australian mining safer, more productive and sustainable. Tomado de <https://minerals.org.au/resources/innovation-makes-australian-mining-safer-more-productive-and-sustainable/>
- Deloitte, s.f. How Canada can decarbonize by 2050. Tomado de <https://www2.deloitte.com/ca/en/pages/strategy/articles/how-canada-can-decarbonize-by-2050.html>
- Dominique, B., Podowski, D., Matson, J., White, L. (2022). At a glance: mining duties, royalties and taxes in Canada. Tomado de

<https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=7000cd68-6a3c-4476-8261-89a1f72fab56#:~:text=As%20a%20general%20matter%2C%20royalties,of%20mineral%20and%20the%20jurisdiction.>

- Dorrell, A. (2024). What does the 2024 – 2025 Federal Budget mean for the Australian mining industry? Tomado de <https://australianminingreview.com.au/news/what-does-the-2024-2025-federal-budget-mean-for-the-australian-mining-industry/>
- Duffy, S., Cunsolo, A., Denning, T., Lou, R., Tyszkiewicz, L. (2024). Australia: Federal budget 2024-25 – Key takeaways for the Energy Transition. Tomado de https://www.globalcompliancencnews.com/2024/05/30/https-insightplus-bakermckenzie-com-bm-energy-mining-infrastructure_1-australia-federal-budget-2024-25-key-takeaways-for-the-energy-transition_05172024/
- European Commission (2024). Commission approves €300 million Polish State aid scheme to alleviate social costs of closing coal- and lignite-fired power plants and lignite mines. Tomado de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_24_625
- EY. (2023). Aspectos fiscales que deben ser considerados por las empresas mineras. Tomado de https://www.ey.com/es_mx/energy-reimagined/energy-alert/aspectos-fiscales-para-las-empresas-mineras
- Fertilizer Canada (2018). Canadian Fertilizer Industry. Tomado de https://fertilizercanada.ca/wp-content/uploads/2018/09/fc_fact-infographic2018_vf4-pages-en.pdf
- Furtas, R. (2021). Nitrogen prices and exports. Tomado de <https://www.alberta.ca/nitrogen-prices-and-exports>
- Galos, K.; Kot-Niewiadomska, A.; Kamyk, J. (2021). The Role of Poland in the European Union Supply Chain of Raw Materials, Including Critical Raw Materials. Materials Proceedings, 5(1), 14. <https://doi.org/10.3390/materproc2021005014>
- García, P., Robledo E., Ruete, M., Vio Grossi, A. (2022). Evaluación del marco de políticas mineras: México. IISD-IGF.
- Glencore (2024). Liddell Coal Operations.
- Gobierno de Canadá (2019). The Canadian Minerals and Metals Plan.
- Gobierno de Canadá (2022). Mine closure, reclamation and monitoring. Tomado de <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/eng/1646321588912/1646321643743>
- Gobierno de Australia (2024). Investments to capitalize on Australia’s critical minerals and the global clean energy transition. Tomado de <https://www.industry.gov.au/news/investments-capitalise-australias-critical-minerals-and-global-clean-energy-transition#:~:text=Offering%20tax%20incentives,on%20Australia's%20Critical%20Minerals%20List>
- Gobierno de Canadá (2023a). Powering Past Coal Alliance: phasing out coal. Tomado de <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/canada-international-action/coal-phase-out.html>
- Gobierno de Canadá (2023b). Minister Wilkinson Announces Over \$344 Million for Canadian Critical Minerals Development. Tomado de <https://www.canada.ca/en/natural->

- resources-canada/news/2023/03/minister-wilkinson-announces-over-344-million-forcanadian-critical-minerals-development.html
- Gobierno de Canadá (2023c). Tax incentives for mining and exploration. Tomado de <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/minerals-mining/mining-policy-taxation-and-industry/taxation/mining-specific-tax-provisions/8892>
 - Gobierno de Canadá (2024). Potash facts. <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/minerals-mining/mining-data-statistics-and-analysis/minerals-metals-facts/potash-facts/20521>
 - Gobierno de México (2021). Por medio de la energía nuclear, nuestro país garantiza el suministro de electricidad. <https://www.gob.mx/sener/articulos/por-medio-de-la-energia-nuclear-nuestro-pais-garantiza-el-suministro-de-electricidad?idiom=es>
 - Gobierno de Noruega (2024). Norway and the EU enter into a green strategic industrial partnership. Tomado de <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/norge-inngar-gront-strategisk-industripartnerskap-med-eu/id3031333/>
 - Gobierno de Perú (2024). El proceso de formalización minera integral en Perú. Tomado de https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/3.-_peru.pdf
 - Gobierno de Sudáfrica (2003). Broad-Based Black Economic Empowerment Act.
 - Gobierno de Sudáfrica (2018). Broad-based socio- economic empowerment charter for the mining and minerals industry.
 - Hernández González, C.A. (2022a). La energía nuclear en México. <https://coparmex.org.mx/la-energia-nuclear-en-mexico/>
 - House of Commons - Canadá (2021). From mineral exploration to advanced manufacturing: developing value chains for critical minerals in Canada.
 - ICMM (2022). Role of Mining in National Economies: Mining Contribution Index (6th Edition). Tomado de <https://www.icmm.com/en-gb/research/social-performance/2022/role-of-mining-in-national-economies>
 - ICMM (2024). Skills for Our Common Future Initiative. Tomado de <https://www.icmm.com/en-gb/our-work/social-performance/community-resilience/skills-for-our-common-future>
 - IEA (2022). Canada 2022. Tomado de <https://www.iea.org/reports/canada-2022/executive-summary>
 - IISD (2018). The Transformation of the Polish Coal Sector. The International Institute for Sustainable Development.
 - Invest in Canada (2024a). Canada Offers Unmatched Investment-Ready Critical Mineral Projects. Tomado de <https://www.investcanada.ca/news/canada-offers-unmatched-investment-ready>
 - Invest in Canada (2024b). Resource-rich, ESG-focused and incomparably de-risked: Canada is attracting the smart money in global critical mineral investment. Tomado de <https://www.investcanada.ca/news/canada-offers-unmatched-investment-ready>
 - ITA (2020). Poland Energy Transformation. Tomado de <https://www.trade.gov/market-intelligence/poland-energy-transformation>

- Kochanek, E. (2021). Evaluation of energy transition scenarios in Poland. *Energies* 14(19), 6058. <https://doi.org/10.3390/en14196058>
- Kulczycka, J. Wirth, H., Hausner, J. (2017). Polish tax policy - its impact on the mineral sector. *Resources Policy* 52, 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.01.013>
- Langdon, C., Howard, C., Urch, A. (2022). Energy transition and critical minerals in Canada. Tomado de <https://www.financierworldwide.com/energy-transition-and-critical-minerals-in-canada>
- Lowcarbonpower (2024). Electricidad en Polonia en 2023. Tomado de <https://lowcarbonpower.org/es/region/Polonia>
- McKay, G. (2022). Australia begins long road to retraining thousands of coal workers for clean energy roles. Tomado de <https://www.mining.com/web/australia-begins-long-road-to-retraining-thousands-of-coal-workers-for-clean-energy-roles/>
- Minetek (2024). In 2024 and Beyond. Australia's Mining Industry Trends. Tomado de <https://minetek.com/2024-mining-industry-trends/>
- Natural Resources Canada (2012). Aboriginal Participation in Mining. Tomado de https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/mineralsmetals/files/pdf/abor-auto/mining_infosheet_eng.pdf
- NGU (2019). Minerals for the green economy. Geological Survey of Norway.
- NSW Department of Education and Training (1999). Training strategy for displaced workers in the NSW coal mining industry.
- Pearce, R. (2024). Making Canada self-sufficient phosphorus. <https://farmtario.com/news/making-canada-self-sufficient-in-phosphorus/>
- Peralta Vázquez, C. (2023). Nucleoeléctrica Laguna Verde no representa riesgo para la población. Tomado de <https://www.uv.mx/prensa/ciencia/nucleoelectrica-laguna-verde-no-representa-riesgo-para-la-poblacion/>
- PPC (2024). Products. Tomado de <https://www.ppc.africa/>
- Prestvik, M. (2024). Norway and EU enter industrial partnership on critical raw materials. Tomado de <https://www.ngu.no/en/nyheter/norway-and-eu-enter-industrial-partnership-critical-raw-materials>
- Prud'homme, M. (2006). Sulphur. Tomado de <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/sulphur>
- SADPMR (2023). Annual financial statements for the year ended 31 march 2023. South African Diamond and Precious Metals Regulator.
- Sas, A. (2024). Production of mineral and chemical fertilizers in Poland 2018-2023, by product type. <https://www.statista.com/statistics/1126368/poland-production-of-mineral-and-chemical-fertilizers/>
- Sasol (2024). Sasol products. <https://www.sasol.com/>
- Services Australia (2021). Retraining. Tomado de <https://www.servicesaustralia.gov.au/retraining>
- Silva Oliveros, L., Sánchez Salazar, M. (2021). Cierre de minas y abandono de sitios mineros en México: ¿un proceso “normal”? Referencias al norte de México. *Investigaciones Geográficas*, (106). <https://doi.org/10.14350/rig.60426>

- Singh, R. (2024). Australia's A\$2/kg Production Tax Incentive for renewable hydrogen to help energy transition. Tomado de <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/051524-australias-a2kg-production-tax-incentive-for-renewable-hydrogen-to-help-energy-transition#:~:text=Australia's%20Production%20Tax%20Incentive%20of,industry%20members%20said%20May%2015>.
- Ślimko, E., Bartecka, E., Pogoda, A. (2021). Territorial Just Transition Plans for Polish Coal Regions. CEE – Polish Green Network.
- Śniegocki, A., Wasilewski, M., Zygmunt, I., Look, W. (2022). Just Transition in Poland: A Review of Public Policies to Assist Polish Coal Communities in Transition. Resources for the Future.
- Téllez, I., Azamar, A. (2021). La política de concesiones a los grupos mineros de México. Problemas del Desarrollo 52(206), 35-59.
- The Mining Association of Canada (s.f.a). Indigenous and Community Relationships. Tomado de <https://mining.ca/towards-sustainable-mining/protocols-guides/indigenous-and-community-relationships/>
- The Mining Association of Canada (s.f.b). Mining-Indigenous Relationship Agreements. Tomado de <https://mining.ca/our-focus/indigenous-affairs/mining-indigenous-relationship-agreements/>
- The Mining Association of Canada (s.f.c). Response to the Truth and Reconciliation Commission's Calls to Action. <https://mining.ca/our-focus/indigenous-affairs/response-to-the-truth-and-reconciliation-commissions-calls-to-action/>
- Wilson, A., Quiñón, A., Sánchez-Ancochea, D. (2024). Hacia una mejor formalización de la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) en el Perú: explorando cuellos de botella y opciones de política pública. Documento de Trabajo. Centro de Estudios sobre Minería y Sostenibilidad de la Universidad del Pacífico y Departamento de Desarrollo Internacional de la Universidad de Oxford.
- World Bank (2018). World Bank, Canada, UK to Assist Countries in Transition from Coal; Accelerate Uptake of Cleaner Energy. Tomado de <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/12/12/wb-canada-uk-to-assist-countries-in-transition-from-coal>
- World Economic Forum (2023). Fostering Effective Energy Transition 2023. Tomado de <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/in-full/canada/>
- WRI (2021a). Canada: National Task Force on Just Transition for Coal Power Workers and Communities. Tomado de <https://www.wri.org/update/canada-national-task-force-just-transition-coal-power-workers-and-communities>
- WRI (2021b). Wałbrzych, Poland: Delayed Transition after Coal Mine Closures. <https://www.wri.org/update/walbrzych-poland-delayed-transition-after-coal-mine-closures>

- Writer, S. (2016). How should the government help coal communities? Australian Mining. Tomado de. <https://www.australianmining.com.au/how-should-the-government-help-coal-communities/>
- Zolezzi, G., Medina, M., Vergaray, V., Ricalde, M.A. (2023). Hoja de ruta de sostenibilidad. Sector minería metálica. <https://perusostenible.org/wp-content/uploads/2024/01/Hojas-de-Ruta-sector-Mineria.pdf>