



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Progreso mediante la innovación



RESUMEN EJECUTIVO

**ESTUDIO DE MERCADO SOBRE LA
INNOVACIÓN EN MINERALES CRÍTICOS
EN PAÍSES EN DESARROLLO**



**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL**

Progreso mediante la innovación

Estudio de mercado sobre la innovación en minerales críticos en países en desarrollo - Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI) y Columbia Engineering

© 2024 Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - Todos los derechos reservados

El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de las Naciones Unidas. Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que se presentan los datos no implican, de parte de la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), juicio alguno sobre la condición jurídica de ningún país, territorio, ciudad o zona, o de sus autoridades, ni sobre el trazado de sus fronteras o límites, ni tampoco acerca de su sistema económico o su grado de desarrollo. Las calificaciones de “desarrollados”, “industrializados” o “en desarrollo” se utilizan únicamente para facilitar la presentación de datos estadísticos y no entrañan necesariamente un juicio sobre la etapa a la que pueda haber llegado determinado país o zona en el proceso de desarrollo. El hecho de que se haga referencia a una empresa o un producto comercial no significa que la ONUDI respalde esa empresa o ese producto.

Copyright © 2024 - Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - www.unido.org

Imágenes © 2024 - Adobe Stock; Freepik.



AUTORES Y AGRADECIMIENTOS

Este estudio de mercado fue realizado por el Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI) y la Fu Foundation School of Engineering and Applied Science de la Universidad de Columbia bajo la dirección general del Sr. Peter Warren, Director del A2D Facility, y la Sra. Valeria Arroyave Cardozo, Coordinadora del Proyecto de Minerales Críticos del A2D Facility, dentro de la División de Innovación Climática y Protocolo de Montreal de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Este esfuerzo ha sido posible gracias al apoyo del Departamento de Seguridad Energética y Net Zero (DESNZ) del Reino Unido.

Autores del **Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI)**: Martin Dietrich Brauch, Laura García Cancino, Ben Baraga. Asistentes de investigación: Burulgul Sultanova, Chhavi Maggu, Ruihong Li.

Autores de la **Fu Foundation School of Engineering and Applied Science**: Behzad Vaziri, D.R. Nagaraj. Asistentes de investigación: Akshay Malhotra, Angeliki E Stougiannou, Sumanth Uppuluru.

El equipo del proyecto quiere dar las gracias a los encuestados y a los expertos entrevistados (véase el Apéndice C) por su inestimable tiempo y sus perspectivas; a Thanos Boursalas por su contribución al trabajo en las primeras fases de desarrollo e investigación del proyecto; a Perrine Toledano y Lisa Sachs por sus comentarios y orientación a lo largo del proyecto; a Reet Chatterjee por su ayuda editorial; y a Tobias Mülling y Angélica Knuth por su diseño gráfico y apoyo en materia de comunicación.



UK Government



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL
Progreso mediante la innovación

La ONUDI es un organismo especializado de las Naciones Unidas cuya competencia singular es promover, dinamizar y acelerar el desarrollo industrial. Esta competencia se ve reflejada específicamente en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9, “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”; no obstante, las actividades de la ONUDI contribuyen a todos los ODS. La visión de la ONUDI es un mundo sin pobreza ni hambre, en el que la industria sirva como impulso de las economías con bajas emisiones, mejore el nivel de vida y permita conservar un entorno habitable para las generaciones presentes y futuras, sin dejar atrás a nadie.



Columbia Center
on Sustainable Investment
A JOINT CENTER OF COLUMBIA LAW SCHOOL
AND COLUMBIA CLIMATE SCHOOL

El Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI), un centro conjunto de la Columbia Law School y la Columbia Climate School de la Universidad de Columbia, es un destacado centro de investigación aplicada y un foro dedicado al estudio, la práctica y el debate sobre la inversión internacional sostenible. Nuestra misión es desarrollar y difundir enfoques y soluciones prácticas, así como analizar cuestiones de actualidad orientadas a las políticas, con el fin de maximizar el impacto de la inversión internacional para el desarrollo sostenible. El Centro lleva a cabo su misión a través de la investigación interdisciplinaria, proyectos de asesoramiento, el diálogo entre múltiples partes interesadas, programas educativos y el desarrollo de recursos y herramientas.



COLUMBIA | ENGINEERING
The Fu Foundation School of Engineering and Applied Science

La misión de la Fu Foundation School of Engineering and Applied Science es ampliar el conocimiento y hacer avanzar la tecnología a través de la investigación, al tiempo que educa a los estudiantes para que se conviertan en líderes informados por una base de ingeniería. Enriquecidos con los recursos intelectuales de una universidad global en la ciudad de Nueva York, ampliamos las fronteras disciplinarias, afrontamos problemas complejos y diseñamos soluciones innovadoras para abordar los grandes retos de nuestro tiempo. Creamos un entorno de colaboración que adopta el pensamiento interdisciplinario, el espíritu empresarial integrado, la conciencia cultural y la responsabilidad social, y avanza en la traducción de ideas en innovaciones prácticas.

Principales Hallazgos



Este estudio examina la **innovación tecnológica en minerales críticos en países en desarrollo**, centrándose en los segmentos **intermedio** o **“midstream”** (procesamiento y refinado) y **posterior** o **“downstream”** (fabricación, extracción de fuentes secundarias y tratamiento al final de su vida útil). Asimismo, explora el nexo entre los actores interesados, las políticas, las iniciativas, los mecanismos financieros, las tecnologías y los impactos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Partiendo de un análisis de 30 países durante la Fase 1, durante la Fase 2 se realizaron análisis en profundidad en tres de cada región en desarrollo: **África, Asia y el Pacífico (ASP)** y **América Latina y el Caribe (ALC)**.



Un entorno propicio robusto es esencial para la innovación en minerales críticos, lo que requiere capacidad institucional y recursos financieros y técnicos dentro del gobierno para dar forma a marcos políticos, jurídicos y normativos propicios; financiación accesible, asequible y suficiente por parte de instituciones públicas y privadas; y asociaciones y otras iniciativas de colaboración entre los actores interesados a nivel nacional, regional y global.



Los 30 países en desarrollo fueron calificados y clasificados en función de su nivel de **madurez política**: el 50 % obtuvo una calificación alta en objetivos de energías renovables y políticas de innovación tecnológica, investigación y desarrollo (I+D), y procesamiento y refinado de minerales críticos; el 30 %, en políticas de ensamblaje y fabricación; y el 6,7 %, en políticas de economía circular, reciclaje y gestión de residuos.



Los marcos políticos que hacen hincapié en el desarrollo industrial nacional más allá de la fase de exploración y extracción minera son comunes a los casos de éxito de los países en desarrollo a la hora de fomentar un entorno propicio para la innovación en minerales críticos. En estos casos, los esfuerzos políticos suelen **estructurarse de forma que refuercen otras prioridades de**



desarrollo en lugar de competir con ellas, como el desarrollo del segmento anterior o “upstream”, la diversificación económica, el desarrollo de infraestructura, la educación y la mejora de las cualificaciones, la sostenibilidad medioambiental, el acceso a energías limpias y la erradicación de la pobreza.

Las iniciativas de organizaciones internacionales, gobiernos, industria y otros actores interesados apoyan la innovación tecnológica en minerales críticos en los países en desarrollo. Se analizaron un total de **100** iniciativas mundiales, regionales y nacionales, incluidos mecanismos de financiación (**53%**) y otras iniciativas (**47%**); su objetivo es financiar proyectos de innovación o crear un entorno propicio para las actividades de los segmentos intermedio y posterior. Entre **las deficiencias** de estas iniciativas cabe citar la necesidad de una mayor escala; una coordinación más precisa entre ellas en cuanto a intervenciones políticas, minerales y segmentos a los que dar prioridad en los distintos mercados; y un mayor intercambio de conocimientos y datos sobre tecnologías y sus impulsores y obstáculos.



La innovación tecnológica en minerales críticos en los países en desarrollo depende principalmente de la transferencia de tecnología de los países desarrollados. Dicho esto, **en los países en desarrollo está surgiendo lentamente una innovación tecnológica propia en los segmentos intermedio y posterior**, respaldada por marcos políticos, incentivos e iniciativas puestas en marcha en gran medida en la última media década.



Los segmentos intermedio y posterior **ofrecen oportunidades sustanciales para que los países en desarrollo** impulsen diversos ODS, como la descarbonización, la erradicación de la pobreza, la igualdad de género, la energía asequible y limpia, la industrialización, la innovación tecnológica, el desarrollo de infraestructuras, la circularidad y la gestión medioambiental.

1. Introducción

Este resumen presenta los hallazgos de un estudio de mercado a gran escala de las tecnologías innovadoras en energías limpias y descarbonización en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos en países en desarrollo. Este estudio de mercado fue encargado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y realizada por un equipo de expertos en economía, derecho, política e ingeniería del Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI) y la Fu Foundation School of Engineering and Applied Science de la Universidad de Columbia. Este estudio abarca la recopilación y el análisis de datos primarios cuantitativos y cualitativos y la producción de datos secundarios, y aprovecha los profundos conocimientos técnicos del equipo de investigación y su amplia red de actores interesados del sector.

Partiendo de un análisis de 30 países durante la Fase 1 (véase la Sección 2 del reporte), se realizaron análisis en profundidad durante la Fase 2 (véase la Sección 3 del reporte) en tres países de cada región en desarrollo: África, Asia y el Pacífico (ASP) y América Latina y el Caribe (ALC). El estudio abarca varias dimensiones: describe las principales políticas, innovadores, tecnologías, actores interesados e iniciativas en materia de innovación tecnológica en las cadenas de valor de los minerales críticos. También identifica proyectos y países específicos con potencial para dichas tecnologías, los mecanismos de financiación mediante los cuales se llevarán a cabo las

transferencias de inversiones y conocimientos especializados, y los posibles impactos de las tecnologías en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) clave. Este estudio se centra en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos.

- **Segmento Intermedio o “Midstream”:** abarca el procesamiento y refinado de minerales críticos para convertirlos en formas utilizables, así como la recuperación de recursos a partir de subproductos de la minería, como los residuos del proceso, los lodos de electrorefinado y los desechos pirometalúrgicos.
- **Segmento Posterior o “Downstream”:** va más allá de la fabricación, el ensamblaje y la distribución de productos finales, y abarca también la recuperación, la reutilización y el reciclaje de materiales valiosos a partir de recursos secundarios, como los productos manufacturados al final de su vida útil.

La evaluación estratégica de las tecnologías y los mercados de los segmentos intermedio y posterior en esta evaluación será útil para las actividades y organizaciones centradas en acelerar la innovación en minerales críticos en países en desarrollo. Iniciativas como el Accelerate-to-Demonstrate (A2D) Facility (Fondo Acelerar para Demostrar) son fundamentales para facilitar el desarrollo, despliegue y ampliación de la innovación



tecnológica en países en desarrollo. Aunque existen varias listas de minerales críticos, este estudio de mercado se centra en los minerales críticos del sector energético que desempeñan un papel clave en el almacenamiento de energía, la producción de imanes permanentes potentes y la producción y catálisis de hidrógeno a partir de energías renovables (véanse más detalles sobre la selección de minerales críticos en la Sección 1 del reporte).

Lista de **Minerales críticos analizados**

- Litio
- Níquel
- Manganeso
- Cobalto
- Grafito
- Elementos de tierras raras (ETR)
- Cobre
- Metales del grupo del platino (MGP)

El Nivel de Madurez Tecnológica (*Technology Readiness Level*, TRL) se utiliza como criterio para seleccionar y evaluar sistemáticamente las tecnologías relevantes. El TRL es una escala utilizada para evaluar la madurez de una determinada tecnología durante su desarrollo. Consta de nueve niveles. Esta escala se utiliza ampliamente para evaluar el progreso del desarrollo tecnológico y su preparación para el despliegue o la comercialización.

Despliegue	9	Sistema real probado en un entorno operativo
	8	Sistema completo y cualificado
	7	Demostración del prototipo de sistema en un entorno operativo
Desarrollo	6	Tecnología demostrada en el entorno pertinente
	5	Tecnología validada en el entorno pertinente
	4	Tecnología validada en laboratorio
Investigación	3	Prueba experimental del concepto
	2	Formulación del concepto tecnológico
	1	Principios básicos observados

Este estudio se centra en empresas y tecnologías con niveles de madurez de TRL 6-7 dentro de los países en desarrollo. Sin embargo, en el campo del procesamiento de minerales y la metalurgia extractiva, el desarrollo y la aplicación de tecnologías -desde la concepción hasta la comercialización- son costosos, requieren mucha mano de obra y son lentos (entre 5 y 15 años según el tipo y la complejidad de la tecnología). Esto es un obstáculo importante para las empresas y emprendimientos de los países en desarrollo. En consecuencia, las empresas de los países desarrollados suelen buscar oportunidades para transferir sus tecnologías maduras y sus conocimientos técnicos a países en desarrollo. Por lo tanto, para captar tales oportunidades, este reporte también cubre las tecnologías e innovaciones más maduras de los países desarrollados en TRL 8-9 en la medida en que presenten la oportunidad de ser transferidas a los países en desarrollo. En resumen, se cubren los siguientes rangos de TRL:

- **Objetivo TRL 6-7:** Este rango se elige para las tecnologías de los países en desarrollo. Es probable que tengan un TRL superior en los países desarrollados, pero aún pueden requerir validación y perfeccionamiento en los entornos locales y regionales pertinentes de los países en desarrollo.
- **Objetivo TRL 8-9:** Este intervalo se elige para las tecnologías de los países desarrollados que están listas para su despliegue y, por tanto, tienen potencial para replicarse en los países en desarrollo. Estas tecnologías han sido probadas en entornos operativos y están listas para su comercialización o implementación a gran escala.

Las tecnologías analizadas en esta evaluación pueden agruparse en cinco grandes categorías:

Físico-mecánico
• Clasificación, flotación, separación magnética, separación por gravedad, separación electrostática, triboeléctrica, por corrientes de Foucault
Hidrometalurgia
• Lixiviación: ácidos inorgánicos, ácidos orgánicos, bases inorgánicas, agentes oxidantes y reductores, compuestos inorgánicos, agentes complejantes, agua, microbios.
• Concentración de la solución de lixiviación y extracción de metales
Pirometalurgia
• Tostación, calcinación, sinterización, peletización y briquetización, fundición, volatilización (<i>retorting</i>), refinado, segregación
Electrometalurgia
• Extracción electrolítica, electrorrefinería, electrólisis de sales fundidas, separaciones electroquímicas
De base biológica:
• Biominería (biometalurgia), biolixiviación, biosorción, fitominería.

En la mayoría de los casos, la extracción de minerales críticos de fuentes secundarias (segmentos intermedio y posterior) comprende tecnologías de una combinación de estas categorías. Aunque muchas de las tecnologías de estas categorías están maduras, hay muchas que se han desarrollado recientemente o son emergentes. Los nuevos métodos de clasificación, la fitominería y varios procesos biológicos son ejemplos de tecnologías emergentes.

Este estudio de mercado también examina la interacción entre la innovación tecnológica en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos y los ODS. La teoría del cambio, así como las evaluaciones cualitativas y cuantitativas, vinculan las políticas, iniciativas e innovaciones

a ODS específicos, centrándose en la erradicación de la pobreza, la igualdad de género, la energía limpia y la acción por el clima. Este análisis incluye la recopilación de datos, entrevistas con actores interesados y análisis temáticos para descubrir los efectos polifacéticos de los avances tecnológicos en el desarrollo sostenible, lo que culmina en recomendaciones prácticas para los responsables de formular políticas públicas, los líderes de la industria y los financiadores –incluido el A2D Facility y los mecanismos y programas de financiación para la lucha contra el cambio climático– sobre las prioridades y oportunidades para canalizar el desarrollo y la financiación para la lucha contra el cambio climático hacia la innovación en minerales críticos y aprovecharla para alcanzar los ODS.

2. Fase 1: Estudio de mercado de 30 países en desarrollo

Durante la Fase 1 del estudio de mercado (véase la Sección 2 del reporte), de los 131 países y territorios no europeos incluidos en la lista de receptores de Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) del Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se identificaron 30 países en vías de desarrollo en función de criterios que incluían las importaciones de minerales críticos, la madurez política y los indicadores de gobernanza e innovación.

- Países de África: Egipto, Kenia, Marruecos, Mauricio, Namibia, Nigeria, Senegal, Sudáfrica, Tanzania, Túnez y Zambia.
- Países de ASP: Camboya, Filipinas, Georgia, India, Indonesia, Jordania, Kazajstán, Malasia, Türkiye, Tailandia y Vietnam.
- Países de ALC: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y República Dominicana.

En la fase 1 se alcanzó una comprensión a nivel macro de los grupos de actores interesados pertinentes y de su papel real y potencial en la innovación tecnológica en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos.

Los actores interesados en la innovación tecnológica en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos abarcan los sectores público y privado. La fase 1 se centró en un mapeo preliminar de los actores interesados a nivel global y regional y, en menor medida, a nivel nacional, mediante una identificación y categorización preliminares de quiénes son estos actores interesados y qué funciones desempeñan. El mapeo condujo a una comprensión amplia de los principales actores y sus funciones, facilitando una perspectiva a nivel macro de la dinámica de las partes interesadas.

Durante la Fase 1, se evaluó el nivel de favorabilidad del **entorno político y normativo** de los 30 países seleccionados, valorando aspectos como las normativas de energías renovables, los marcos jurídicos para la minería, los incentivos fiscales que impactan a las tecnologías de descarbonización y las normativas o marcos de economía circular que apoyan la gestión sostenible de los recursos y el reciclaje. Esta evaluación preliminar sirvió para calificar y clasificar a los países en función de sus entornos favorables a la innovación e identificar aquellos con mayor potencial para fomentar el desarrollo tecnológico en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos.



TABLA. Análisis de los entornos políticos, jurídicos y normativos en los 30 países en desarrollo de la Fase 1

	África	ASP	ALC
Alta	Marruecos Namibia Sudáfrica Zambia	India Indonesia Türkiye	Argentina Brasil México
Media	Egipto Tanzania Túnez	Filipinas Georgia Kazajstán Malasia Tailandia	Bolivia Colombia Perú
Baja	Kenia Mauricio Nigeria Senegal	Camboya Jordan Vietnam	Ecuador República Dominicana

Los países con una **calificación alta** han implementado políticas e incentivos integrales y robustos que fomentan la innovación tecnológica, facilitan el procesamiento avanzado de minerales críticos, apoyan a las industrias nacionales que fabrican o ensamblan productos derivados de minerales críticos y promueven la economía circular. Los países con **una calificación media o baja** todavía están en proceso de establecer una infraestructura política y reglamentaria completa. Sin embargo,

incluso en los marcos políticos incipientes, existe una tendencia hacia la I+D, la innovación, la sostenibilidad y la circularidad.

El análisis de las **iniciativas** identificó y evaluó los esfuerzos de colaboración en curso y emergentes destinados a desarrollar, desplegar y ampliar las innovaciones tecnológicas en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos que ayudan a superar los retos en estos

segmentos, mejorar su eficiencia y contribuir a los ODS, en particular la acción por el clima y los objetivos de energía limpia.

La fase 1 se centró en mapear las iniciativas globales y regionales y, en menor medida, las nacionales, para

proporcionar una comprensión del panorama de iniciativas relevantes, como asociaciones, colaboraciones y consorcios que incluyen a actores interesados de los sectores público y privado dentro de las cadenas de valor de los minerales críticos, y programas de organizaciones internacionales y gobiernos.

TABLA. Panorama de las iniciativas (Fase 1)

Iniciativa	Tipo	Principales tecnologías implicadas	Principales actores interesados	Enfoque geográfico
UpLink del Foro Económico Mundial	Plataforma para que los innovadores presenten sus soluciones a los retos mundiales	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de gestión de residuos • Innovaciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero • Tecnologías de uso eficiente de los recursos 	<ul style="list-style-type: none"> • Startups • Instituciones académicas • Industria 	<ul style="list-style-type: none"> • Global
Prospect Innovation	Acelerador de la innovación tecnológica en el sector minero	<ul style="list-style-type: none"> • Generación y almacenamiento de energía • Reciclaje y recuperación • Robótica, movilidad y hardware • Captura de datos, análisis e IA • Captura de carbono • Biología sintética 	<ul style="list-style-type: none"> • Instituciones de investigación • Empresas mineras • Empresas de capital de riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Américas • ASP • Europa
Alianza Mundial de Baterías (<i>Global Battery Alliance, GBA</i>)	Asociación público-privada que promueve cadenas de valor sostenibles para las baterías	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de baterías • Métodos de seguimiento de las baterías en la cadena de valor ("Pasaporte de la batería") 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno • Sociedad civil • Industria 	<ul style="list-style-type: none"> • África • Asia • Europa
Iniciativa Minería Climáticamente Inteligente (<i>Climate Smart Mining, CSM</i>) del Grupo del Banco Mundial	Iniciativa para proporcionar orientación y apoyo técnico sobre descarbonización y sostenibilidad en las cadenas de valor de los minerales en los países en desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de minerales críticos • Reutilización y reaprovechamiento de materiales obsoletos 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno • Organizaciones internacionales • Comunidades locales 	<ul style="list-style-type: none"> • Países en desarrollo
Activar.org	Beca que apoya a los científicos e ingenieros emprendedores en el desarrollo de tecnologías para los retos mundiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Amplia; apoya las ideas originales de sus miembros 	<ul style="list-style-type: none"> • Academia • Gobierno • Empresas • Fundaciones filantrópicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Estados Unidos

El análisis de los **mecanismos de financiación** identificó y clasificó varias fuentes de financiación y mecanismos de apoyo relevantes para facilitar el desarrollo, despliegue y expansión de las innovaciones tecnológicas en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos.

La fase 1 se centró en mapear los mecanismos globales y regionales y, en menor medida, de los nacionales, para proporcionar una comprensión del panorama de

los mecanismos de financiación pertinentes. El mapeo preliminar los clasificó en función de la naturaleza predominantemente pública o privada de su fuente de financiación, para ayudar a orientar a las partes interesadas en la identificación de oportunidades y deficiencias de financiación y en la evaluación del papel potencial de las distintas fuentes y modelos de financiación en el apoyo a la innovación tecnológica.

TABLA. Panorama de los mecanismos de financiación (Fase 1)

 Fuentes públicas	 Fuentes privadas
<ul style="list-style-type: none">• Bancos multilaterales de desarrollo (BMD)• Fondos multilaterales de financiación de la lucha contra el cambio climático• Bancos nacionales de desarrollo• Agencias bilaterales de desarrollo• Subsidios y subvenciones públicas• Fondos soberanos	<ul style="list-style-type: none">• Firmas de capital de riesgo• Capital de riesgo corporativo• Firmas de capital privado• Aceleradoras e incubadoras• Bancos privados• Fondos de inversión de impacto

3. Fase 2: Análisis en profundidad de nueve países en desarrollo

Para la Fase 2 del estudio de mercado (véase la Sección 3 del reporte), de los 30 países de la Fase 1 se seleccionaron nueve para realizar análisis en profundidad: Namibia, Sudáfrica y Zambia (África); India, Indonesia y Türkiye (ASP); y Argentina, Brasil y México (ALC). Se utilizó una metodología amplia para evaluar y clasificar el nivel de favorabilidad del entorno a la innovación tecnológica en los segmentos intermedio y posterior de la cadena de valor de los minerales críticos, basándose en indicadores cuantitativos y cualitativos ponderados de su madurez política y tecnológica, la sostenibilidad financiera a largo plazo de la innovación tecnológica y la producción e intercambio de conocimientos

(véanse los detalles metodológicos en el Apéndice A).

En la fase 2 se profundizó en el conocimiento de las tecnologías y los mercados pertinentes en los nueve países seleccionados, a partir de la recopilación continuada de datos cuantitativos y cualitativos procedentes de la revisión de material escrito (documentos políticos, marcos jurídicos y diversos informes), así como de entrevistas con diversos actores interesados de organizaciones internacionales, gobiernos, instituciones financieras, empresas mineras, asociaciones industriales e instituciones académicas y de investigación, entre otros.



Un entorno propicio robusto es esencial para la innovación tecnológica en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos, lo que requiere capacidad institucional y recursos financieros y técnicos dentro del gobierno para configurar marcos políticos, jurídicos y normativos propicios; financiación accesible, asequible y suficiente por parte de instituciones públicas y privadas; y asociaciones y otras iniciativas de colaboración entre los actores interesados a nivel nacional, regional y global.

El éxito de los países en desarrollo a la hora de fomentar este tipo de entorno se debe en gran medida a la existencia de **marcos políticos, jurídicos y normativos que hacen hincapié en el desarrollo industrial nacional** más allá de la fase de exploración y extracción. Los esfuerzos políticos de los países en desarrollo para impulsar los segmentos intermedio y posterior, así como la innovación tecnológica dentro de ellos, suelen **estructurarse de forma que refuercen otras prioridades de desarrollo en lugar de competir con ellas**, como el desarrollo del segmento anterior, la diversificación económica, el desarrollo de infraestructura, la educación y la mejora de las cualificaciones, la sostenibilidad medioambiental, el acceso a energías limpias y la erradicación de la pobreza.

Existen numerosas iniciativas e inversiones en I+D en los países en desarrollo, sobre todo en los países que fueron objeto de los análisis a profundidad. Las iniciativas exitosas dan prioridad a los marcos de I+D y a la colaboración entre los actores interesados. **Instituciones nacionales de investigación** como el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina, el Centro de Tecnología Minera (CETEM) de Brasil y el Consejo de Investigación Científica e Industrial de Sudáfrica se asocian cada vez más con empresas mineras, de energías renovables y de baterías para ampliar el acceso a la financiación de proyectos innovadores. La inversión en **centros de minerales críticos y energías limpias** como el Centro Minero de Brasil y el Plan Sonora de México también potencian la innovación a través de la financiación y la capacitación de los trabajadores. Una vez que los proyectos innovadores arrojan resultados, los gobiernos exitosos continúan invirtiendo e incentivando su adopción; por ejemplo, la República de Türkiye impulsó incentivos fiscales para su primer vehículo eléctrico de producción nacional en 2023.

Los mecanismos nacionales de financiación a través de subvenciones y préstamos concedidos por los gobiernos nacionales y los bancos de desarrollo son fundamentales para hacer posible la innovación en los países en desarrollo, a menudo con el apoyo de incubadoras y complementados por fuentes privadas, como el capital de riesgo y los fondos de impacto. La financiación directa de los bancos nacionales de desarrollo también desempeña un papel importante a la hora de proporcionar sostenibilidad financiera a los proyectos de innovación, como el Banco de Desarrollo de Sudáfrica, que

concedió más de mil millones de dólares en préstamos para proyectos de energías renovables.

Los financiadores y las asociaciones internacionales también son esenciales para el éxito de los proyectos innovadores en minerales críticos. Las organizaciones internacionales facilitan iniciativas como el A2D Facility de la ONUDI, que acelera la comercialización de tecnologías innovadoras de energía limpia centradas en los minerales críticos en países en desarrollo, o la Asociación RISE del Banco Mundial en África Meridional, que ofrece asistencia técnica y asesoramiento político a los gobiernos, así como financiación para los sectores público y privado. Las iniciativas de colaboración con socios para el desarrollo –incluidos Australia, China, Estados Unidos, Japón, Reino Unido y la UE– con todos los países en desarrollo de la fase 2 son habituales (por ejemplo, la Asociación para la Seguridad de los Minerales, la Iniciativa Estados Unidos-India sobre Tecnología Crítica y Emergente, el Memorando de Entendimiento UE-Zambia sobre una Asociación para Cadenas de Valor Sostenibles de Materias Primas, el Fondo de Investigación Estratégica Australia-India y la Asociación Reino Unido-Sudáfrica sobre Minerales para Futuras Tecnologías de Energía Limpia). Las relaciones incluyen una financiación estricta por parte de los socios –por ejemplo, el gobierno chino proporcionó a Indonesia 7.300 millones USD en inversiones en 2023 a través de la Iniciativa Belt and Road (BRI)–, así como iniciativas de investigación como la declaración conjunta de cooperación de Namibia con la Organización Japonesa para los Metales y la Seguridad Energética (JOGMEC).

Una de las principales conclusiones del estudio de mercado es que la **innovación tecnológica en los segmentos intermedio y posterior de la cadena de valor de minerales críticos en los países en desarrollo depende principalmente de la transferencia de tecnología** de los países desarrollados. Dicho esto, la **innovación tecnológica autóctona en los segmentos intermedio y posterior del sector de los minerales críticos está surgiendo lentamente en los países en desarrollo**. Las tecnologías existentes son incipientes y se apoyan en marcos políticos, incentivos e iniciativas puestas en marcha principalmente en la última media década. El siguiente mapa indica las tecnologías más destacadas surgidas del desarrollo tecnológico autóctono, los minerales de interés y las tendencias tecnológicas en los nueve países en desarrollo analizados en profundidad.

POLÍTICAS DESTACADAS EN LOS PAÍSES DE ÁFRICA, ASP Y ALC

MÉXICO

Reformas mineras (2022): afirman la soberanía nacional sobre el litio y otros minerales críticos esenciales para la transición energética

Litio para México: empresa estatal creada en 2022 para centralizar las actividades de la cadena de valor del litio

TÜRKIYE

Plan de Acción de la Estrategia de Adquisición de Suministros (2017-2019): fija objetivos de fabricación, promueve nuevas tecnologías y desarrolla la capacidad de reciclaje.

Incentivos fiscales para VE (2023): beneficia especialmente al TOGG, el primer VE de producción totalmente nacional.

INDIA

Política Nacional de Minerales (2019): promueve la seguridad de los minerales, centrándose en el desarrollo de tecnologías de procesamiento minero y el reciclaje de minerales críticos.

Incentivos a la producción (PLI): apoyo a la fabricación en los sectores de la automoción, la electrónica y las energías renovables.

BRASIL

Plan Nacional de Minería 2050 (proyecto): vincula la producción, el procesamiento y la fabricación de minerales críticos a las tecnologías y componentes de la transición energética.

Política del Sector Automotriz (Rota 2030) y Programa Nacional para el Desarrollo del Sector Automotriz (PNDA): apoya la producción local de baterías para VE mediante incentivos fiscales

ZAMBIA

Zambia Vision 2030: se centra en el desarrollo de industrias finales y la mejora de las capacidades tecnológicas en el sector de los minerales críticos.

Estrategia de Minerales Críticos de Zambia (2024): crea una empresa estatal de inversión en minerales críticos para participar en nuevos proyectos del sector.

NAMIBIA

Estrategia de Beneficiación de Minerales (2021): promueve el aumento de las actividades de beneficiación; prevé exenciones fiscales y zonas económicas especiales para el procesamiento de minerales.

Prohibición de la exportación de minerales críticos no procesados (2023): tiene por objeto crear capacidad nacional de refinado y fomentar la transformación local.

SUDÁFRICA

Estrategia de Beneficiación de Minerales (2011): promueve la adición de valor a través del procesamiento y la fabricación local, la innovación, la I+D y la economía circular.

Marco estratégico para la aplicación del desarrollo sostenible en el sector minero sudafricano: apoya la inversión y la innovación en minerales críticos.

INDONESIA

Prohibición de la exportación de mineral de níquel (2020): exige que todo el mineral de níquel se procese en el país antes de exportarlo.

Superdeducciones fiscales (2024): se aplican a las empresas que realizan I+D propia o en colaboración con instituciones académicas y públicas en minerales críticos.

ARGENTINA

Mesa Nacional del Litio (2021): ofrece subvenciones, incentivos fiscales y colaboraciones en I+D para el desarrollo de tecnologías de procesamiento y fabricación de baterías de litio.

Régimen de Incentivos para Grandes Inversiones (RIGI) (2024): atrae inversiones a gran escala en minerales críticos, ofreciendo incentivos fiscales para proyectos con una inversión mayor a 200 millones USD

INICIATIVAS DESTACADAS EN LOS PAÍSES DE ÁFRICA, ASP Y ALC

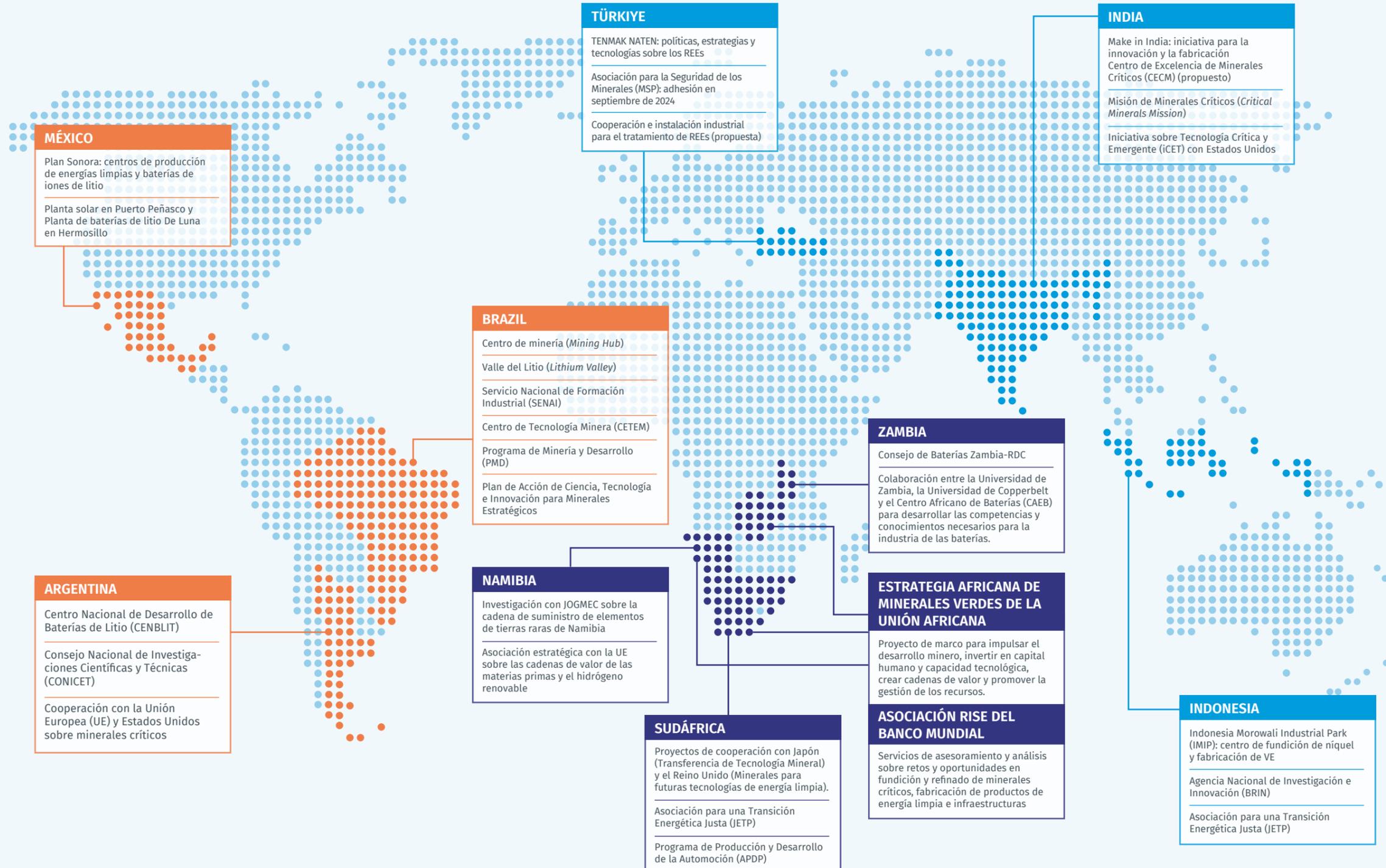


TABLA. Mecanismos de financiación para las innovaciones tecnológicas en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos seleccionados en Namibia, Sudáfrica, Zambia India, Indonesia, Türkiye, Argentina, Brasil y México

País	Mecanismo de financiación	Descripción	Valor	Fecha
 África	Fondo de Energía Sostenible para África (SEFA) (BAFD)	Financiación para gobiernos y subvenciones de asistencia técnica para entidades públicas y privadas	95 millones USD	SEFA 1.0: 2011-2020 SEFA 2.0: 2021-2030
	Programa de Inversión Verde en África (GIPA) (BAFD)	Inversión de las microempresas y las PYME en proyectos con bajas emisiones de carbono	No especificado	2023-2033
	Fondo Fiduciario Multidonantes para el Emprendimiento y la Innovación Juveniles (BAFD)	Apoyo técnico y financiero a nuevas empresas y PYME dirigidas por jóvenes y mujeres	40 millones USD	2017-2025
	Laboratorio de Innovación y Emprendimiento (BAFD)	Incubadora y apoyo financiero para nuevas empresas	9,5 millones USD	2019-2025
	Fondo para la Economía Circular en África (BAFD)	Apoyo a las políticas de economía circular de los gobiernos, apoyo a los emprendimientos y a las PYME	4,3 millones USD	2022-2026 con posibilidad de prórroga
Namibia	Agencia de Desarrollo Industrial de Namibia (NIDA)	Mecanismo de financiación de las prioridades definidas por el Gobierno en el sector industrial	No especificado	No aplicable
	Banco de Desarrollo de Namibia (DBN)	Financiación de proyectos de energías renovables	No especificado	No aplicable
	Bono de sostenibilidad del Bank Windhoek	Destinados en parte a proyectos de energías renovables	23,1 millones USD	Anual; primer tramo en 2021
	Hoja de ruta para la asociación estratégica UE-Namibia sobre cadenas de valor de materias primas sostenibles e hidrógeno renovable	Convertir el puerto de Walvis Bay en un centro de procesamiento y refinado de minerales críticos.	1.100 millones USD	2021-2027
Sudáfrica	La Unidad Estratégica de Negocio (UEN) de Beneficio de la Corporación de Desarrollo Industrial (IDC) de Sudáfrica	Financiación para que las empresas de transformación de productos metálicos críticos amplíen su capacidad de producción	De 60.000 a 60 millones USD por empresa	No aplicable
	Programa de contratación de productores independientes de energía renovable (REIPPP) del Banco de Desarrollo de Sudáfrica (DBSA)	Deuda prioritaria para proyectos de energías renovables	1.000 millones USD	La séptima fase de presentación de ofertas finalizó en abril de 2024
	DBSA Mecanismo de Financiación del Clima (CFF)	Banco verde para proyectos de infraestructuras contra el cambio climático	110 millones USD	Puesta en marcha en 2019, periodo de aplicación de 5 años, vida útil de 20 años
	Programa de Inversión en Generación Integrada (EGIP) de DBSA	Financiación de la innovación local en la generación de energía fotovoltaica y eólica, especialmente para las empresas de propiedad negra.	200 millones USD	Lanzamiento en 2019, sin fecha definitiva de finalización
	Fondo Verde DBSA	Financiación de hasta 1,5 millones de USD para la preparación de proyectos y apoyo técnico, y 4 millones de USD para la inversión.	63 millones USD	Lanzado en 2012, sin fecha definitiva de finalización
Zambia	Asociación estratégica entre la UE y Zambia (Global Gateway)	Financiación de proyectos que impliquen la adición de valor local y el desarrollo tecnológico en cadenas de valor de minerales críticos.	No especificado	2023-2030
	Iniciativa <i>Scaling Solar</i> del Banco Mundial	Servicios de asesoramiento, contratos, financiación y seguros, que permiten a gobiernos y empresas de servicios públicos adquirir energía solar asequible de forma transparente.	100 millones USD	Iniciado en 2015; en curso; los proyectos duran 2 años
	Comisión para el Empoderamiento Económico de los Ciudadanos de Zambia (CEEC)	Persigue el desarrollo de la cadena de valor invirtiendo en la industria local, aunque principalmente en el sector agrícola.	No especificado	En curso; est. 2006
 ASP	Banco Asiático de Desarrollo (BASD) y posible iniciativa para añadir valor a los minerales críticos	Préstamos, subvenciones y garantías para proyectos derivados de la fabricación de baterías para VE	No especificado	No aplicable
	Programa de inversión en capital de riesgo del Banco Asiático de Inversión en Infraestructuras (BAII) para infraestructuras ecológicas y tecnológicas	Fondos de capital de riesgo a pequeña escala destinados a empresas en fase inicial para apoyar la innovación tecnológica ecológica sostenible y los modelos de negocio innovadores.	130 millones USD	Est. Diciembre de 2022, "programa trienal de inversión en capital de riesgo cautivo"
India	Fondo de Investigación Estratégica Australia-India (AISRF)	Subvenciones para proyectos de I+D en colaboración, incluidos los del segmento posterior, reciclaje y recuperación de residuos de minerales críticos.	Entre 0,3 y 0,7 millones USD	Plazo de solicitud de la 15ª convocatoria: enero-marzo de 2023
	CSIR-Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Interdisciplinarias (NIIST)	Apoyo a proyectos que impulsen técnicas de extracción y beneficiación de minerales críticos	50 millones USD	Anuncio agosto 2024
	Iniciativas gubernamentales Digital India y Startup India	Apoyo a los emprendedores con financiación inicial para la investigación y la innovación en múltiples sectores, incluidos los minerales críticos.	No especificado	India digital: Julio de 2015 Startup India: Enero de 2016
India y Türkiye	Red de Financiación de la Asociación para la Seguridad de los Minerales (MSP)	Cofinanciación de instituciones de financiación del desarrollo y organismos de crédito a la exportación para proyectos en cadenas de valor de minerales críticos.	No especificado	Anunciado para 2022, sin fecha de finalización
Indonesia	Iniciativa china "Belt and Road"	Inversiones en infraestructura, incluidas las destinadas a las cadenas de valor de los minerales esenciales	7.300 millones USD	Anunciado en 2013, podría durar hasta 2049
Türkiye	Programa del Banco Mundial para acelerar la transición del mercado a la energía distribuida	Subvenciones y préstamos para proyectos de energía solar y almacenamiento en baterías, incluso apoyando a las PYME para que adopten nuevas tecnologías.	1.010 millones USD	Lanzamiento en marzo de 2024
	Fondo Turco de Crecimiento e Innovación (TGIF), respaldado por un compromiso de 60 millones de euros del Fondo Europeo de Inversiones (FEI).	Inversiones de capital en empresas innovadoras y tecnológicas con gran potencial de crecimiento	218 millones USD	Est. 2016
	Programa de Inversiones en Alta Tecnología (HIT-30)	Incentivos para la producción de baterías, la fabricación de semiconductores y otras tecnologías específicas de los VE	30.000 millones USD	2024-2030
 ALC	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Financiación de proyectos que mejoren la cadena de valor de los minerales críticos, faciliten las asociaciones público-privadas y mejoren la eficiencia de los recursos.	No especificado	No aplicable
Argentina	Corporación Financiera Internacional (CFI)	Préstamo para el desarrollo de la explotación de litio de Sal de Vida en Catamarca	180 millones USD	Julio de 2023
	Corporación Financiera Internacional (CFI) Programa RenovAr	Financiación de proyectos de energías renovables	11.000 millones USD en mayo de 2024	Puesta en marcha en 2016, plena aplicación en 2025
Brasil	Fondo de Minerales Críticos de Brasil, una asociación entre el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), la empresa minera Vale y el Ministerio de Minas y Energía.	Estimular las inversiones en minerales críticos, centrándose en proyectos de PYMEs para mejorar las capacidades de la cadena de suministro de tecnologías energéticas limpias y la descarbonización más allá de la extracción.	200 millones USD	Moviliza las inversiones en marzo de 2025
	Autoridad de Financiación de Estudios y Proyectos (FINEP)	Subvenciones, préstamos e inversiones de capital para empresas, universidades e instituciones de investigación	7.000 millones USD en el periodo 2024-2028	2024-2028
	Programa Nueva Industria Brasil (NIB), una asociación entre la Autoridad Brasileña de Financiación de Estudios y Proyectos (FINEP) y el BNDES.	Financiación de la innovación tecnológica a una tasa de interés del 1,7% anual	3.500 millones USD	2024-2033
México	Nacional Financiera (NAFIN)	Financiación del desarrollo destinada a la deuda sostenible en proyectos que contribuyan a alcanzar los ODS	395 millones USD	Lanzamiento en 2021 326 millones USD con vencimiento en 2031 65 millones USD con vencimiento en 2026
	Banco Nacional de Obras y Servicio Públicos (BANOBAS)	Financiación de proyectos de desarrollo social y medioambiental, especialmente en infraestructura y energía.	No especificado	No aplicable
	Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT)	Préstamos para exportadores directos e indirectos en cadenas de valor de minerales críticos	3 millones USD	No especificado

ANÁLISIS DE ODS - TEORÍA DE CAMBIO

VÍNCULOS DIRECTOS		VÍNCULOS INDIRECTOS	
1 FIN DE LA POBREZA 	Las actividades de los segmentos intermedio y posterior pueden impulsar la mitigación de la pobreza y el crecimiento económico mediante la creación de empleo, el fomento de la diversificación de las cualificaciones y el aumento de los ingresos públicos.	5 IGUALDAD DE GÉNERO 	Las intervenciones específicas pueden promover la igualdad de género fomentando la participación de las mujeres en funciones técnicas y de liderazgo y reduciendo la pobreza de tiempo de las mujeres.
9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA 	La inversión en I+D e instalaciones en los segmentos intermedio y posterior promueve el desarrollo industrial, la innovación tecnológica y la expansión de infraestructuras resilientes.	7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE 	Las actividades en los segmentos intermedio y posterior producen componentes esenciales para las tecnologías de energía limpia. Las operaciones locales apoyan las transiciones justas y el despliegue de energías renovables.
13 ACCIÓN POR EL CLIMA 	Las actividades en los segmentos intermedio y posterior producen componentes esenciales para los sistemas de energías renovables y las tecnologías de descarbonización, reduciendo las emisiones locales y globales.	12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES 	Las actividades de los segmentos intermedio y posterior pueden promover el consumo y la producción responsables facilitando prácticas eficientes de refinado, fabricación y reciclaje que minimicen los impactos.
		15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES 	La innovación en los segmentos intermedio y posterior puede reducir el impacto sobre los ecosistemas terrestres minimizando las emisiones, los residuos y el estrés sobre el agua, la tierra y la biodiversidad.

Estas innovaciones tecnológicas en los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos y sus marcos políticos favorables tienen el potencial de contribuir al **avance de los ODS en los países en desarrollo**. Las estrategias de beneficiación de minerales pueden desarrollar la mano de obra y la industria nacionales, en relación con los ODS 1 y 9. El aumento de la mano de obra, junto con intervenciones específicas, puede promover las oportunidades para las mujeres en las comunidades mineras, reforzando el ODS 5. Las actividades en los segmentos

intermedio y posterior producen componentes esenciales para los sistemas de energías renovables y las tecnologías de descarbonización, contribuyendo a las transiciones hacia energías limpias y a la mitigación del cambio climático en el marco de los ODS 7 y 13. Por último, la integración de la innovación de la economía circular en los procesos de los segmentos intermedio y posterior contribuye al consumo y la producción responsables en el marco del ODS 12 y apoya la reducción del impacto ambiental en consonancia con el ODS 15.

Innovación Tecnológica en los Países en Desarrollo

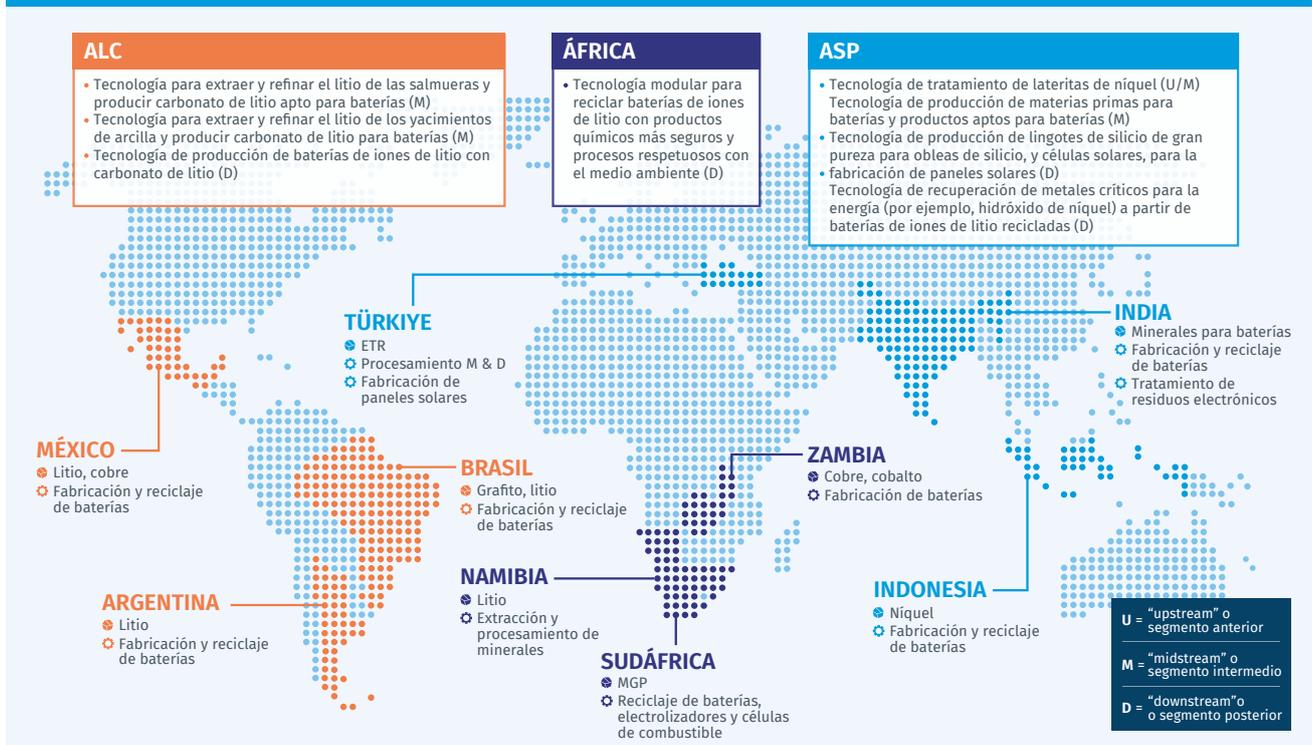


TABLA. Entorno propicio en los países en vías de desarrollo

	FORTALEZAS	ÁREAS DE MEJORA
 ÁFRICA	<ul style="list-style-type: none"> Estrategias de procesamiento de minerales Cooperación bilateral con países desarrollados (por ejemplo, Asociación Estratégica UE-Namibia sobre Cadenas de Valor de Materias Primas e Hidrógeno Renovable [1.100 millones USD]; Asociación Sudáfrica-Reino Unido sobre Minerales para Futuras Tecnologías de Energía Limpia; asociación entre Zambia y la Organización Japonesa para los Metales y la Seguridad Energética). Iniciativas regionales (por ejemplo, la Estrategia Africana de Minerales Verdes y el Consejo de Baterías RDC-Zambia) Agencias de desarrollo industrial Políticas de fomento de los ODS 	<ul style="list-style-type: none"> Políticas de economía circular, reciclaje y gestión de residuos Las infraestructuras energéticas y logísticas limitan el desarrollo industrial Capacidad institucional del gobierno para crear y aplicar marcos reguladores Políticas de fomento de los ODS
 ASP	<ul style="list-style-type: none"> Políticas de economía circular, reciclaje y gestión de residuos Incentivos fiscales para el desarrollo tecnológico Zonas Económicas Especiales (ZEE) para la industrialización y las actividades del segmento posterior Mecanismos financieros nacionales (por ejemplo, Make in India; Indonesia Battery Corporation; Fondo Turco para el Crecimiento y la Innovación [218 millones USD]). Políticas de fomento de los ODS 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperación e iniciativas regionales Dependencia de energía basada en combustibles fósiles importada Políticas de fomento de los ODS
 ALC	<ul style="list-style-type: none"> Incentivos financieros para las empresas de los segmentos intermedio y posterior (por ejemplo, desgravaciones y exenciones fiscales). Empresa estatal para la cadena de valor del litio Marcos e iniciativas de I+D Iniciativas lideradas por la industria para coordinar a las partes interesadas: Centro Minero Apoyo de los bancos multilaterales de desarrollo (BMD) (por ejemplo, préstamos de la Corporación Financiera Internacional [CFI] y programas del Banco Interamericano de Desarrollo [BID]). Políticas de fomento de los ODS 	<ul style="list-style-type: none"> Políticas estrictas de economía circular sobre minerales críticos Las políticas que regulan las actividades en los segmentos intermedio y posterior están fragmentadas entre distintos ministerios y minerales, y carecen de marcos nacionales cohesionados. Cooperación e iniciativas regionales Políticas de fomento de los ODS

Diez Recomendaciones para Impulsar la Innovación Tecnológica en los Segmentos Intermedio y Posterior

Este resumen de hallazgos resalta que los segmentos intermedio y posterior de las cadenas de valor de los minerales críticos en países en desarrollo, y la innovación tecnológica dentro de ellos, varían **enormemente entre regiones y países, en función de sus minerales de interés y de los diversos impactos de los ODS considerados**. Las siguientes recomendaciones se basan en las tendencias

generales de tres contextos completamente diferentes y deberán aplicarse cuidadosamente teniendo en cuenta el entorno político y tecnológico local. Las recomendaciones específicas adaptadas a gobiernos, innovadores y otros actores interesados en (o que buscan operar en) los diversos países en desarrollo cubiertos por este estudio están fuera del alcance de este trabajo.



Debe incrementarse el apoyo internacional a los gobiernos de los países en desarrollo y a los actores interesados en el ecosistema de la innovación, entre otras cosas mediante asistencia técnica, desarrollo de capacidades, asesoramiento político y acceso a la financiación.



Los países en desarrollo deben dar prioridad al desarrollo de la infraestructura de energía, comunicaciones y logística para hacer frente a las limitaciones más amplias del desarrollo industrial, en consonancia con los ODS y las prioridades y estrategias nacionales.



Las organizaciones internacionales y regionales y las instituciones de financiación del desarrollo deberían fortalecer iniciativas para el entorno propicio (por ejemplo, la Alianza RISE del Banco Mundial) y proyectos específicos de innovación (por ejemplo, el A2D Facility de la ONUDI).



Deberían crearse programas especiales para apoyar a las pequeñas y medianas empresas (PYME) implicadas en la innovación tecnológica en los países en desarrollo para que se asocien con otros actores interesados y accedan a oportunidades de financiación, incluido el A2D Facility de la ONUDI.



Debería crearse una plataforma global de múltiples actores interesados para coordinar iniciativas, fomentar la colaboración y compartir conocimientos y datos sobre innovación tecnológica. La ONUDI está bien posicionada para albergar una plataforma de este tipo.



Los responsables de formular políticas públicas deben incentivar las políticas y prácticas circulares mediante normativas, incentivos y financiación de la innovación; el sector privado debe reforzar los argumentos comerciales a favor de la circularidad mostrando ahorros de costes, nuevas fuentes de ingresos y una mayor eficiencia de los recursos.



La ONUDI debería liderar la recopilación, la transparencia y el análisis continuos de datos sobre innovación –por ejemplo, mediante encuestas continuas y bases de datos públicas– más allá del ejercicio discreto de este estudio.



Deberían fomentarse y ampliarse las iniciativas lideradas por la industria para coordinar a los actores interesados de la cadena de valor de la minería en torno a retos y prioridades comunes para la innovación, como el Centro Minero de Brasil y otras iniciativas lideradas por asociaciones mineras.



La política de los países en desarrollo debe proporcionar directrices, apoyar las colaboraciones nacionales y ofrecer incentivos a la innovación; la política de los países desarrollados debe promover la cooperación internacional, facilitar la transferencia de conocimientos y tecnología y proporcionar acceso a la financiación.



Además de fomentar la innovación tecnológica en los países en desarrollo, las organizaciones internacionales y los gobiernos deberían establecer condiciones reglamentarias y financieras para facilitar la transferencia de tecnología de las empresas con sede en los países desarrollados.



Centro Internacional de Viena,
apartado de correos 300,
1400 Viena, Austria



+43 1 26026-0



www.unido.org



A2DFacility@unido.org



**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL**