



# Los recursos para la transición energética: Hacia un mundo circular

**Las limitaciones geográficas y geopolíticas al suministro de recursos críticos para la transición energética exigen una solución de economía circular.**



Marzo 2021

KPMG International

—

[home.kpmg/IMPACT](https://home.kpmg/IMPACT)

# De la OPEP a la 'OMEC'<sup>1</sup>: el nuevo ecosistema energético global

**Se está produciendo una transición energética que depende de nuevas fuentes de energía y que rediseñará drásticamente el mercado mundial de energía y minerales, con consecuencias económicas, ambientales y geopolíticas.**

**Una vez más, la energía está en el centro de la nueva economía y el panorama geopolítico.** Con los últimos cinco años, los más calurosos registrados en la historia<sup>2</sup>, los países están luchando por cumplir los ambiciosos objetivos establecidos en el Acuerdo Climático de París en 2015. El objetivo más aceptado es el de limitar el aumento de las temperaturas globales a 1,5 grados o 2 grados como máximo; nueve de las diez principales economías mundiales han anunciado planes de emisión neta cero o se han comprometido a hacerlo. Las empresas e instituciones financieras globales están estableciendo sus propios objetivos igualmente ambiciosos; KPMG, entre muchas otras, se ha comprometido a convertirse en una organización con cero emisiones de carbono en la próxima década.

**Cumplir estos objetivos significa descarbonizar<sup>3</sup> el sector de energía rápidamente.** La reducción necesaria de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que implican estos objetivos solo puede lograrse mediante la transición de la economía global de una economía basada en combustibles fósiles a una economía ampliamente alimentada por fuentes renovables y con producción y consumo de energía de bajo o cero carbono. Las agendas de cero emisiones netas adoptadas por las economías intensivas en energía requerirán necesariamente el despliegue a gran escala de tecnologías de energía renovable para eliminar las emisiones de la generación de energía y descarbonizar los sectores de fabricación y transporte del mundo que en la actualidad dependen del

Casi las tres cuartas partes del total de los GEI mundiales (73,2%) provienen del sector energético (electricidad, calefacción y transporte)<sup>4</sup>.



carbón, el petróleo y el gas. and transport sectors that currently rely on coal, oil and gas.

Sin embargo, existe un riesgo subestimado para la transición energética: **el suministro de energía limpia depende de los recursos naturales extraídos, que están inmersos en desafíos geológicos, geopolíticos y de gobernanza.**

La atención a nivel mundial se ha centrado en los costos de las tecnologías renovables en sí mismas y, comparativamente, se ha prestado poca atención a la cadena de suministro que hace posibles esas tecnologías. El comienzo de esa cadena de suministro, es decir, el abastecimiento de metales, minerales y materiales abióticos ("recursos"), podría convertirse en el eslabón más débil.

De cierta manera contraria a la intuición, la cuestión central no es necesariamente la cantidad de minerales; de hecho, las reservas mundiales conocidas son suficientes para satisfacer las proyecciones actuales de demanda de muchos de estos recursos.

**¿Esencial, pero no crítico?** El Banco Mundial predice que la demanda de grafito (utilizado para construir ánodos en baterías de automóviles, de red y descentralizadas) aumentará más en términos porcentuales como resultado de la transición energética (en casi un 500%<sup>5</sup>), pero teóricamente se podría satisfacer a través de las reservas existentes (que se sitúan en el 440% de la demanda anticipada).

  
**1,1 millones**  
toneladas  
producidas en  
2020<sup>6</sup>

**4,5 millones**  
de toneladas anuales o  
**68.8 millones**  
de toneladas en  
demanda acumulada  
para 2050<sup>7</sup>

  
Reservas de  
**320 millones<sup>8</sup>**

<sup>1</sup>Acrónimo recién acuñado por la 'Organización de Países Exportadores de Minerales'; es posible que esta agrupación aún no exista, pero el punto continúa siendo: El poder geopolítico podría pasar de los países dominados por el petróleo a los países dominados por los metales críticos.

<sup>2</sup>Climate change: 2020 was the joint hottest year on record (2021) New Scientist.

<sup>3</sup>Reducción de emisiones de carbono.

<sup>4</sup>Cifras de 2016 basadas en equivalentes de dióxido de carbono. Emisiones por sector (2020) Our World in Data.

<sup>5</sup>A partir de los niveles de producción de 2018.

<sup>6</sup>Graphite data sheet – mineral commodities summaries (2021) USGS.

<sup>7</sup>Una estimación conservadora basada únicamente en tecnologías de energía. Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition (2020) The World Bank ('World Bank Report 2020').

<sup>8</sup>Una estimación igualmente conservadora basada en la producción y las reservas mineras mundiales; los recursos inferidos de grafito recuperable superan los 800 millones de toneladas. Graphite data sheet – mineral commodities summaries (2021) USGS.

A pesar de esto, el suministro futuro enfrenta dos riesgos clave:



La extracción y **la producción enfrentarán un escrutinio cada vez mayor por parte de las industrias downstream, los inversores y el público sobre cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza (ESG);** y



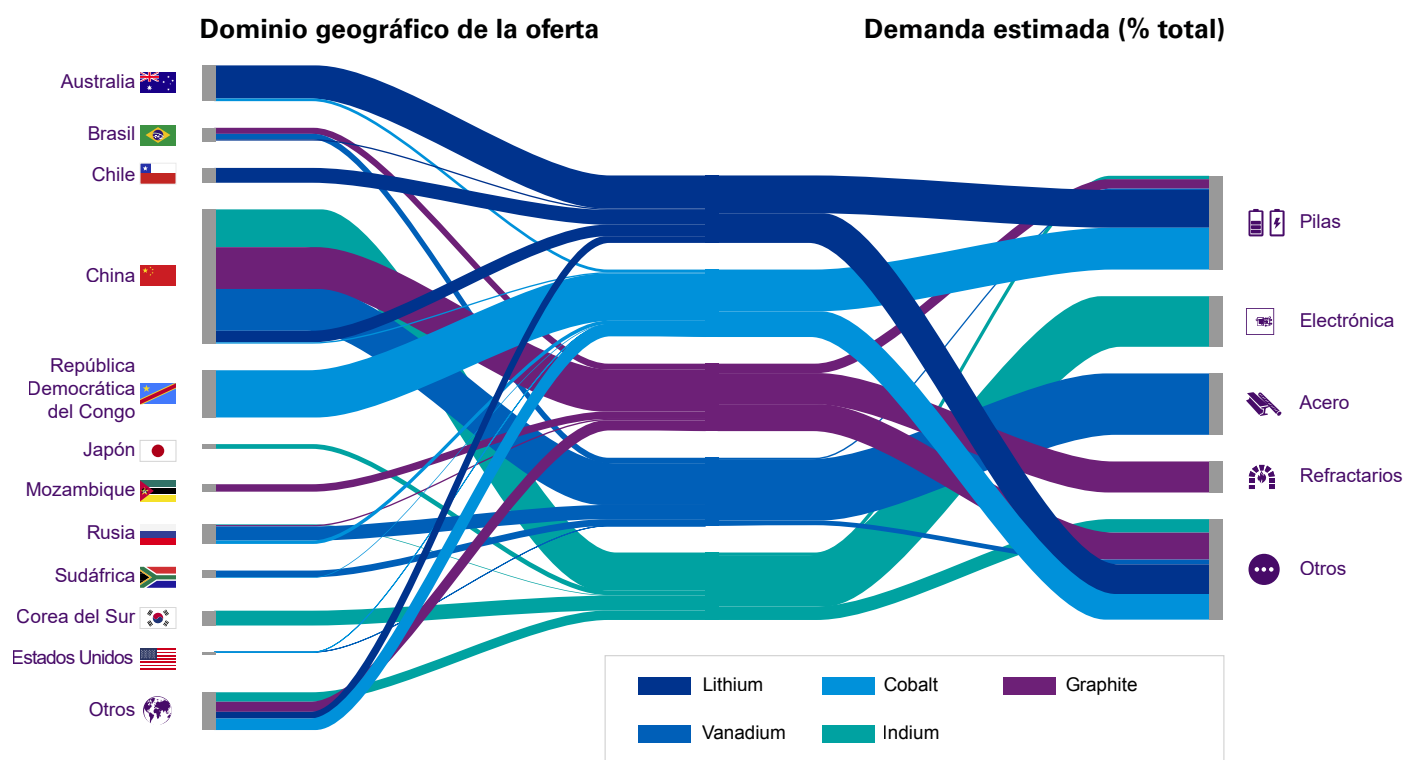
Aunque la agenda política impacta la 'inclinación' de la demanda (en ritmo y volumen), **el acceso a estos 'recursos estratégicos' se politizará en nombre de la seguridad nacional** considerando la centralidad de su uso para el desarrollo económico más amplio y la innovación tecnológica, así como la transición energética.

Debido a la intensidad significativa de las tecnologías bajas en carbono, cualquier posible brecha o limitación entre la oferta y la demanda podría afectar la velocidad y la escala a la que se pueden implementar determinadas tecnologías<sup>9</sup>. De esta forma, **una amplia gama de industrias estará expuesta a los riesgos terrestres, oceánicos y económicos asociados con la producción y el uso de estos recursos.**

Los sectores que dependen de tecnologías ecológicas y soluciones de almacenamiento de energía, como el de infraestructura, transporte y automotriz, o la aplicación alternativa de recursos críticos transversales, como la fabricación industrial y las ciencias de la vida, deberán gestionar y evaluar estos riesgos para garantizar la resiliencia de la cadena de suministro. En las siguientes páginas, exploramos factores geográficos y geopolíticos específicos que pueden influir en la demanda comparativa, la disponibilidad y la producción de estos recursos, que pasan de ser "esenciales" para la transición energética a ser "críticos" para las operaciones comerciales.

**Sin embargo, a diferencia del sector energético "antiguo", existe una solución circular;** el rediseño de productos junto con la reutilización, el reciclaje y el reaprovechamiento de estos recursos puede aliviar la presión sobre los suministros de materias primas para satisfacer la demanda, lo que garantiza el rápido ritmo de la transición energética, la transformación de las industrias relacionadas y la reducción del aumento de la temperatura a nivel mundial.

## Dominio geográfico de la oferta



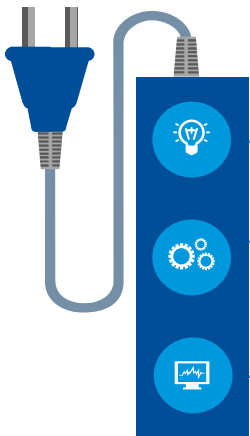
Los desgloses de la demanda son estimaciones basadas solo en información disponible públicamente y pueden no ser representativas de las cifras de 2020. Fuentes: KPMG; USGS; NREL; GEMC; Roskill; CSA Global; DERA.

“La economía circular y la mitigación del cambio climático están intrínsecamente vinculadas. Si bien una mayor circularidad reducirá las emisiones, también es fundamental garantizar que la red de energía renovable en rápida expansión se diseñe, instale, despliegue e implemente utilizando principios regenerativos. Debemos evitar crear una crisis de residuos de infraestructura de energía en 20 años mientras resolvemos la emergencia climática actual”

- Federico Merlo, Director General, Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible

<sup>9</sup>Informe del Banco Mundial (2020)

# De lo 'esencial' a la transición energética...



Las tecnologías bajas en carbono, incluidas las que permiten redes de generación de energía renovable, requieren un mayor suministro de minerales en comparación con los sistemas tradicionales impulsados por combustibles fósiles<sup>10</sup>. Hay una serie de componentes para sistemas de energía renovable que requieren una variedad de insumos minerales, que incluyen, por ejemplo:

- **La captura de energía** y la producción de fuentes de energía renovable dependen de ciertos recursos utilizados para construir sus estructuras, o como componentes en la generación de electricidad, como el uso de indio como electrodo transparente en los paneles solares.
- **El almacenamiento de energía** depende actualmente del grafito, el cobalto y el litio (baterías de iones de litio) o vanadio (baterías de flujo redox de vanadio o VRFB). Las soluciones 'recargables' son fundamentales para las formas variables e intermitentes de suministro de energía renovable (como la solar o la eólica) y las tecnologías 'más limpias' como los vehículos eléctricos (VE) (EVs).
- **La eficiencia energética**, con la conversión, la transmisión y la distribución cada vez más realizadas por componentes electrónicos que impulsan un menor uso de energía en diversos equipos electrónicos, incluyendo los centros de datos, las redes inteligentes, las aplicaciones industriales y los edificios inteligentes.

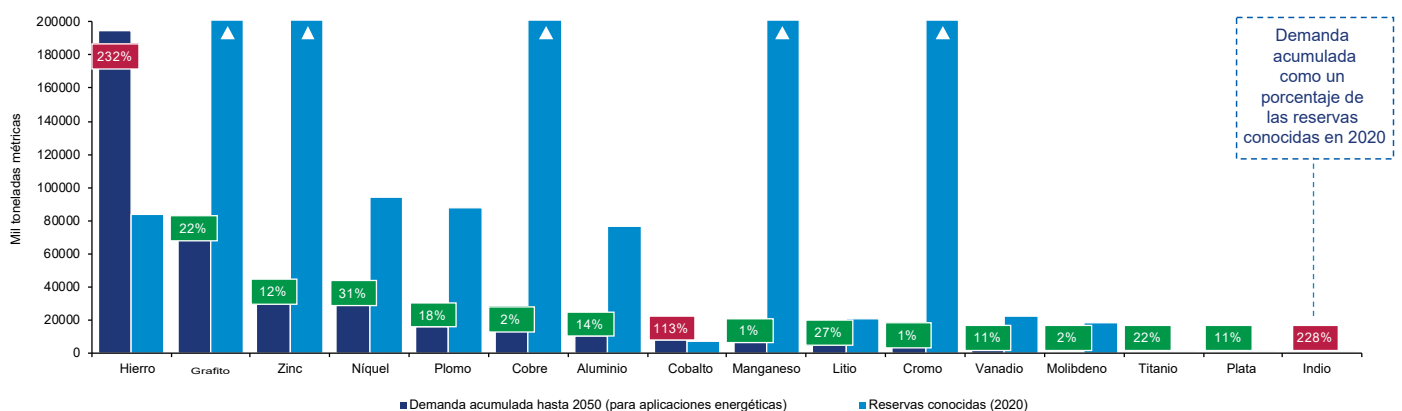
El reciente informe del Banco Mundial estima que se requieren más de tres mil millones de toneladas de minerales en total para satisfacer las demandas de producción y almacenamiento de energía de un escenario de dos grados (2DS) para 2050<sup>11</sup>. Significativo incluso en términos absolutos, esto representa un aumento en la demanda de hasta casi el 500% de algunos minerales de los niveles actuales, como el litio, el grafito y el cobalto, que se utilizan en tecnologías de almacenamiento de energía. Otras estimaciones sitúan la demanda de recursos específicos, como el indio, en más de 12 veces los niveles de producción actuales para 2050<sup>12</sup>.

Notablemente, estas estimaciones a menudo excluyen otras aplicaciones industriales que ejercen una mayor presión sobre la demanda, como el uso final del tungsteno en la perforación y el corte en la fabricación,

la integración de galio, silicio, indio y germanio en otras tecnologías digitales, la dependencia del cobalto y el vanadio en la impresión 3D y el uso de cobalto en la producción de acero<sup>13</sup>.

A pesar del mito generalizado<sup>14</sup>, incluso este importante aumento de la demanda de recursos esenciales podría satisfacerse mediante depósitos de recursos mineros en muchos casos<sup>15</sup>. Para la mayoría de los recursos, las reservas conocidas (y los depósitos aún no explorados) ofrecerían un suministro adecuado para satisfacer los requisitos de producción global, en particular a mediano plazo y, como el petróleo y el gas, ofrecen una oportunidad significativa para los países y territorios ricos en recursos. A medida que las tecnologías de extracción, refinamiento y fabricación también mejoran, es probable que se requieran menos minerales para lograr el mismo producto final, conservando estos suministros.

## Demanda acumulada estimada contra reservas conocidas



Fuentes: Informe del Banco Mundial; USGS; Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (solo reservas de indio); KPMG<sup>16</sup>.

## Por supuesto, cuando la geopolítica está en juego, no todo es tan simple.

<sup>10</sup>Informe del Banco Mundial (2020).

<sup>11</sup>Ibidem. Esto es independiente de la infraestructura asociada que se requiere para implementar o utilizar estas tecnologías (como líneas de transmisión o chasis de vehículos eléctricos) e incluye 17 minerales dentro del alcance.

<sup>12</sup>Demanda de metales para la generación de electricidad renovable en los Países Bajos (2018) Universiteit Leiden.

<sup>13</sup>Informe del Banco Mundial (2020); Materias primas críticas para tecnologías y sectores estratégicos en la UE (2020) Comisión Europea ('Informe de materias primas críticas').

<sup>14</sup>Recursos minerales: El agotamiento es solo un mito, afirman los científicos (2017) de la Universidad de Ginebra.

<sup>15</sup>Aunque no todos, como el hierro, el indio y el cobalto, en que la demanda estimada de aplicaciones energéticas supera las reservas conocidas.

<sup>16</sup>El neodimio es el único recurso identificado en el informe del Banco Mundial que no se ha incluido aquí; a diferencia de los demás, el USGS o el JRC de la UE no informan sobre las reservas de neodimio.



# ...a 'críticas' para el negocio

Al igual que en la industria del petróleo y el gas, una serie de factores políticos y geográficos podrían influir en la oferta y la demanda comparativas de estos recursos, creando riesgos de suministro para las empresas y, en última instancia, desafiando el ritmo y la escala de la transición energética. Estas tendencias tienen el potencial de transformar los materiales 'esenciales' en un componente 'crítico' para las empresas, no solo dentro de las tecnologías limpias sino en varios sectores, incluyendo la fabricación industrial, las ciencias de la vida y la industria automotriz.

## Demanda: no se puede predecir quiénes serán los ganadores

Aunque esté previsto que los depósitos logren satisfacer la demanda mundial en muchos casos, las oscilaciones imprevistas del aumento de la demanda (y los atrasos resultantes en la oferta) pueden provocar volatilidad de los precios a corto plazo y escasez en la producción de varios metales críticos.

### #1

## Política y legislación



La geopolítica se presenta en las dos caras de la oferta y la demanda. Aquí, la política interna y el apetito por una agenda "verde" probablemente influyan en la "inclinación" (en volumen y ritmo) de la demanda de ciertos recursos. Específicamente, las agendas políticas cambiarán:

### 1. 'Con quién' se compite: establecimiento de la ambición local sobre el cambio climático.

Se prevé que la demanda de recursos aumente considerablemente (y con rapidez) en un escenario 2DS, en comparación con un escenario "business as usual" de cuatro grados. Aunque será necesaria la colaboración global para lograr estos objetivos, el ritmo y el apetito para apoyar la transformación disruptiva variará entre los países, lo que afectará el apoyo a las políticas (desde subsidios hasta los mecanismos de ajuste de las fronteras de carbono) y la demanda de tecnologías verdes y recursos asociados.

**'Por qué' se compite: influyendo en la combinación de tecnologías renovables adoptadas.** Por ejemplo, el papel de la energía nucleoelectrónica en la transición energética continúa siendo incierto por razones políticas y sociales, a pesar de proporcionar más del 10% de la electricidad mundial a uno de los niveles más bajos de emisiones de GEI en el ciclo de vida combinado de las tecnologías de generación de energía<sup>17</sup>. Los límites o restricciones imprevistos a esta tecnología pueden hacer que aumente la demanda de energía solar, eólica e hidroeléctrica (y sus dependencias de recursos asociadas). their associated resource dependencies) to rise.

### #2

## Tecnología e innovación



Las mejoras en la eficiencia y los avances tecnológicos, incluyendo la aplicación a nuevas industrias, podrían presionar la demanda de recursos individuales, dependiendo de las subtecnologías (verdes o de otro tipo) que más se implementen a largo plazo.

Por ejemplo, el crecimiento de los parques eólicos marinos puede estimular la demanda de neodimio y disprosio (utilizados en los imanes de las turbinas). El papel del hidrógeno como medio para la portabilidad energética (es decir, el almacenamiento del exceso de energía renovable y el transporte a regiones con menos recursos renovables) aumenta la demanda de iridio y platino (en electrolizadores). El uso del renio como un catalizador en soluciones de captura y almacenamiento de carbono para industrias más difíciles de descarbonizar podría causar escasez en la industria aeroespacial (como un componente de las aspas de las turbinas en los motores). El helio ha sido eliminado recientemente de la lista de materias primas críticas de la UE debido a la disminución de su importancia económica, pero podría volver a agregarse dada su relevancia para una amplia gama de aplicaciones digitales emergentes<sup>18</sup>.

Como se identifica en el Informe del Banco Mundial, los materiales concentrados que son necesarios solo para una o dos tecnologías pueden ser más propensos a las fluctuaciones de la demanda derivadas de la disrupción tecnológica a largo plazo. Sin embargo, es la reconocida versatilidad de los materiales transversales lo que también puede exponerlos a la demanda (no prevista) de las nuevas innovaciones y a la competencia de diferentes industrias.

"La elección de tecnología y subtecnología, la sustitución de materiales y las mejoras tecnológicas desplazarán la demanda de minerales individuales en diferentes escenarios bajos en carbono... **El camino de la tecnología que surgirá para descarbonizar la producción de electricidad dará forma a los minerales que experimentarán los mayores aumentos en la demanda.** Es posible que las nuevas tecnologías, como la energía eólica marina, el hidrógeno verde o las baterías de estado sólido, cambien la forma del futuro sistema energético. Estas tecnologías requieren diferentes minerales y tienen distintas implicancias en la demanda de minerales." – Informe del Banco Mundial (2020)

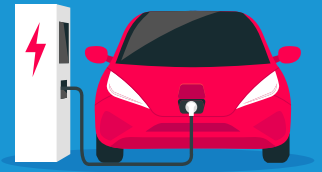


<sup>17</sup>La energía nuclear tiene un papel importante que desempeñar en la transición energética. Este es el motivo. (2020) Foro Económico Mundial. <sup>18</sup>Materias primas críticas (2020) Comisión Europea.

<sup>18</sup>Critical Raw Materials (2020) European Commission.

## Almacenamiento 'crítico' de energía

La adopción masiva de vehículos eléctricos en EE.UU., Europa y China se está acelerando mediante políticas para aumentar su aceptación, incluyendo nuevas regulaciones que prohíben la venta de nuevos motores de combustión interna y subsidios para fabricantes de VE. Recientemente, varios fabricantes de vehículos se han visto obligados a detener de forma temporal la producción debido a los obstáculos en el suministro de baterías, específicamente, a la falta de disponibilidad de los recursos críticos<sup>19</sup>.



En la actualidad, el litio, el grafito y el cobalto se utilizan principalmente en el almacenamiento de energía, incluidas las baterías para VE, y tienen las cifras de demanda más altas en relación con los niveles de producción de 2018<sup>20</sup>. Pero estos recursos también tienen el nivel más alto de riesgo de demanda: hay una serie de subtecnologías de almacenamiento de energía que se encuentran actualmente en investigación y desarrollo (I+D).

Como las baterías de iones de sodio, para su uso en VE, teléfonos inteligentes y computadoras portátiles; a diferencia del litio, el sodio ya está disponible de forma amplia y económica<sup>21</sup>. O las VRFB, una tecnología de batería de mayor duración con capacidad de energía casi ilimitada y adecuada para aplicaciones industriales. Su adopción se ha visto limitada por los altos costos de su mineral base, el vanadio.

## Oferta: no se puede diversificar

Al igual que en la industria del petróleo y el gas, las cadenas de suministro de estos materiales son complejas y en gran medida de naturaleza lineal. La diversificación está limitada en todos los aspectos: estos recursos se originan en un pequeño grupo de países, la refinación se concentra en un número de países aún menor y, a menudo, hay muy pocos recursos que puedan actuar como sustitutos<sup>22</sup>.

# #3

## Geopolítica



El poder geopolítico podría pasar de los países dominados por el petróleo a los países dominados por los metales críticos. El abastecimiento de minerales esenciales y la diversificación lejos de socios comerciales hostiles han reposicionado a varios países en una posición estratégica para interactuar con los EE. UU. y países con intereses afines.

El cambio climático es un participante de 2021 en la lista de impulsores de un mundo 'G-Zero', definido por ningún país o grupo de países que teniendo influencia política y económica para impulsar una agenda internacional. Es probable que los principales emisores y motores del mercado sigan adelante con la acción climática, pero la debilidad del tejido conectivo geopolítico tiene el potencial de convertirlos en fuentes de conflicto.

Es decir, a diferencia de otros recursos escasos, una de las limitaciones más probables de los recursos 'críticos' es inherentemente de naturaleza geopolítica: **la competencia estratégica por estos recursos tiene el potencial de alterar los equilibrios de poder regionales existentes e interrumpir el suministro de forma significativa.** De particular importancia es la velocidad a la que podrían afectar estas limitaciones geopolíticas. En reconocimiento del potencial que tienen las organizaciones y los países ricos en recursos para tomar el control de las cadenas de suministro de minerales, EE.UU., el Reino Unido, la UE,

Japón y Australia han publicado listas de materias primas "críticas" que se consideran "vitales para... la seguridad y la prosperidad económica"<sup>23</sup>

Como parte de una estrategia más amplia para reducir la dependencia y minimizar los riesgos de la cadena de suministro, estas listas consideran la centralidad de estos recursos para el desarrollo económico continuo, la innovación tecnológica y la transición energética, equilibrados con las reservas potenciales y la dependencia de las importaciones.

Con la aceleración del impulso mundial en torno a la transición energética, la competencia por las fuentes seguras catalizará un esfuerzo internacional para extraer estos minerales localmente (cuando sea posible) y obtenerlos de forma sostenible.

"China proporciona el 98% del suministro de elementos de tierras raras (REE) de la UE, Turquía proporciona el 98% del suministro de borato de la UE, y Sudáfrica proporciona el 71% de las necesidades de platino de la UE y una proporción aún mayor de los metales del grupo del platino, iridio, rodio y rutenio. La UE depende de empresas individuales de la UE para su suministro de hafnio y estroncio." – Comisión Europea



<sup>19</sup>Manufacturers Are Struggling To Supply Electric Vehicles With Batteries (2020) Forbes.

<sup>20</sup>Informe del Banco Mundial (2020).

<sup>21</sup>The batteries of the future (2020) DW.

<sup>22</sup>Notablemente, dos de los tres pilares de las inversiones en I+D que coordina el Departamento de Energía de EE. UU. para abordar el riesgo de la cadena de suministro se centran en la diversificación del suministro y el desarrollo de sustitutos. El tercero es impulsar el reciclaje, la reutilización y el uso más eficiente de materiales críticos. Critical Materials Rare Earths Supply Chain: A Situational White Paper (2020) US Department of Energy.

<sup>23</sup>Final List of Critical Minerals (2018) US Department of the Interior.

## #4

### Exploración



Las cifras absolutas de producción y los aumentos relativos en la demanda de cada mineral influirán en su capacidad para satisfacer la oferta, en especial si es necesario realizar exploraciones adicionales. No todas las reservas teóricas son extraíbles desde el punto de vista técnico o económico.

La producción de metales críticos aumenta lentamente: la historia sugiere que tomaría alrededor de 10 años desde el descubrimiento hasta la extracción (aunque dependiendo del tamaño, esto podría fluctuar entre siete y 13 años). También requiere grandes inversiones de capital. En una época en la que el panorama de las políticas públicas mundiales relacionadas con la transición energética está desarticulado, las señales de mercado mixtas y los diversos grados de acumulación de depósitos de recursos naturales y demanda industrial han impedido un punto álgido del abastecimiento de minerales, hasta ahora.

Por el lado de la oferta de Política y Legislación #1, un rápido aumento en la demanda global será, por lo tanto, difícil de satisfacer con un rápido aumento en la oferta global. Como se ha señalado anteriormente, el uso de los recursos minerales variará según las políticas climáticas adoptadas en todo el mundo. En última instancia, los incrementos de precios resultantes de la demanda, o los subsidios del gobierno, podrían abrir reservas que antes no eran comerciales o accesibles a través de nuevas tecnologías. Sin embargo, las empresas en diferentes partes de las cadenas de valor relevantes en cuestión, así como los inversores o los financistas del comercio y las materias primas, requieren una garantía de inversión global a largo plazo para poder financiar el lado de la oferta, al ritmo necesario para cumplir con las ambiciones climáticas.

## #5

### Acceso



La extracción de depósitos también conlleva una serie de implicancias climáticas y medioambientales. Es posible que estos materiales no sean raros, pero son preciosos y requieren enormes cantidades de energía, trabajo y esfuerzo para extraerlos, refinarlos y consumirlos.

“La escala de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas es una fracción de aquella de las tecnologías de combustibles fósiles. Sin embargo, no se pueden pasar por alto las huellas de carbono y las materiales.”  
— Informe del Banco Mundial (2020)



Aparte de las consideraciones de costos, la accesibilidad a las reservas puede estar restringida por factores que abren a las empresas a la exposición regulatoria, ética y de reputación relacionada con los aspectos ESG, tales como:



**Daños físicos:** Los impactos ambientales de la minería pueden ocurrir a escala local, regional y global por medio de prácticas mineras directas e indirectas. La minería puede provocar sumideros, erosión o la contaminación del suelo, el agua subterránea y el agua superficial (incluida la potable), por mencionar algunos.



**Costo humano:** En algunas regiones, como la República Democrática del Congo (RDC), el costo humano de la extracción de tierras raras puede ser grave, y la calidad de vida de los mineros se ve perjudicada. Las cadenas de suministro corren el riesgo de enfrentar problemas de conflictos y abusos de los derechos humanos, condiciones de trabajo inseguras y trabajo infantil, así como impactos sociales por la ecotoxicidad<sup>24</sup>. La extracción también consume una gran cantidad de recursos que, por cierto, desvía o dificulta el acceso de la población local a los mismos recursos.



**Costo de la biodiversidad:** Los principales riesgos incluyen la pérdida y fragmentación del hábitat, la alteración de especies migratorias, la introducción de especies invasoras y, en algunos casos, la disminución en toda la región de especies y ecosistemas raros y amenazados (como la influencia de la extracción de coltán en los gorilas de Grauer en la RDC)<sup>25</sup>.

A menudo se menciona que la **minería en aguas profundas** tiene el potencial de resolver las limitaciones de suministro terrestre, sin embargo, existen desafíos similares.

Los científicos advierten que la minería en aguas profundas puede acabar con especies enteras, muchas aún por descubrir<sup>26</sup>. El raspado del fondo del océano por parte de las máquinas puede alterar o destruir los hábitats de las profundidades marinas, provocando la pérdida de especies y la fragmentación o pérdida de la estructura y función del ecosistema. Muchas especies que viven en las profundidades marinas son endémicas. Esto significa que no se encuentran en ningún otro lugar del planeta, y las perturbaciones físicas en un solo lugar de explotación minera podrían acabar con una especie entera (por ejemplo, el 85% de la fauna que vive alrededor de los respiraderos hidrotermales no se encuentran en ningún otro lugar de los océanos). Las plumas de sedimentos y la contaminación (ruido, luz y vibraciones) también pueden tener un impacto significativo en las poblaciones de vida silvestre<sup>27</sup>.

Es importante destacar que ninguno de estos factores opera de forma aislada; por ejemplo, las preocupaciones políticas en torno al acceso a los suministros de cobalto podrían dar lugar a políticas industriales que defiendan la primacía de las tecnologías VRFB, cambiando el mix de la demanda de ciertos minerales (y la inversión continua en ellos).

<sup>24</sup>The high human cost of cobalt mining (2019) Mining Review Africa.

<sup>25</sup>Agriculture, mining, hunting push critically endangered gorillas to the brink (2019) Mongabay; Mining and biodiversity: key issues and research needs in conservation science (2018) The Royal Society Publishing.

<sup>26</sup>Deep Sea Mining (2018) IUCN.

<sup>27</sup>Ibidem.

# Los cinco recursos para gobernarlos a todos

Para ilustrar esta situación, nos hemos centrado en cinco metales y materiales que se consideran parte integral del buen funcionamiento de las futuras cadenas mundiales de suministro de energía y la fabricación relacionada. Ciertamente, estos no son los únicos recursos que enfrentan tales problemas; por ejemplo, el cobre, el aluminio y el níquel enfrentan desafíos similares en torno al aumento de la demanda y la criticidad en todos los sectores. Sin embargo, se han elegido el litio, el cobalto, el vanadio, el indio y el grafito, porque se espera que experimenten el mayor crecimiento en la demanda (en términos porcentuales) de las tecnologías energéticas para 2050<sup>28</sup> - y las restricciones geográficas y geopolíticas tienen el potencial de obstaculizar las cadenas de suministro.

## Litio: ¿Qué está haciendo su competencia?



**8 millones de toneladas**  
(113% de las reservas conocidas)  
Demanda acumulada para 2050



**7,1 millones de toneladas**  
Reservas en 2020



**68%<sup>34</sup>**  
Tasas indicativas de reciclaje

Es un metal plateado, ligero, muy reactivo e inflamable, que constituye uno de los principales recursos transversales en cuanto a sus aplicaciones. Es un componente fundamental para el almacenamiento de energía (baterías de VE, electrónica de consumo y almacenamiento de energía a escala de red), pero también una serie de otros productos, como: aeronaves; cerámica de vidrio; aleaciones de aluminio; y productos farmacéuticos.

El principal impulsor de la demanda (la batería de iones de litio) se enfrenta a una importante presión de la demanda por parte de las nuevas tecnologías de almacenamiento de energía. Sin embargo, se prevé que seguirá siendo la principal subtecnología utilizada en el almacenamiento de energía automotriz, descentralizada y a escala de red para 2050<sup>30</sup>. La producción ya se ha disparado para responder a la demanda en los últimos años, casi duplicándose entre 2017 y 2018<sup>31</sup> y provocando una caída a corto plazo en los precios del litio. A pesar de esto, hay dos posibles limitaciones críticas a más largo plazo para la extracción y el acceso a los depósitos de litio

Aunque se extrae en seis continentes, los cuatro principales productores mundiales son Australia, China, Argentina y Chile. Bolivia posee casi una cuarta parte de todos los recursos de litio identificados a nivel mundial (21 millones de toneladas de un total estimado de 86 millones)<sup>32</sup>. Sin embargo, el control estatal y la infraestructura minera limitada significan que la producción está en gran parte sin explotar. El crecimiento de la oferta estará, por lo tanto, fuertemente vinculado a las condiciones geopolíticas y la accesibilidad a estas reservas en un país sin litoral. Eurasia Group predice que EE.UU. puede experimentar especiales problemas geopolíticos relacionados con el suministro: de los países con las cinco reservas más grandes, solo Australia puede considerarse una nación particularmente amiga.

También existen preocupaciones de ESG asociadas con la extracción. En Chile, el litio utiliza alrededor de 1,8 millones de litros de agua por tonelada extraída, lo que desvía el 65% del agua disponible en algunas regiones, causando impactos adversos en los agricultores locales que cultivan productos agrícolas y crían ganado<sup>33</sup>.

## Cobalto: ¿Cuál es su nivel de confianza?



**8m tons** (113% of known reserves)  
Cumulative demand by 2050



**7.1m tons**  
Reserves in 2020



**68%<sup>34</sup>**  
Indicative recycling rates

El cobalto tiene diversas aplicaciones en los procesos industriales (como aleación), la alimentación animal, los procesos biotecnológicos y farmacéuticos, así como en las baterías, computadoras portátiles y los teléfonos inteligentes. A pesar de las preocupaciones de suministro antes mencionadas, este es un elemento metálico abundante; los recursos terrestres identificados de cobalto rondan los 25 millones de toneladas, con otros 120 millones de toneladas existentes en nódulos y costras de manganeso en el fondo de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico<sup>35</sup>. Se extrae principalmente como coproducto y subproducto del cobre y el níquel, por lo que también depende de las condiciones de demanda de estos otros metales.

No obstante, es quizás el mineral más citado como ejemplo para el riesgo de la cadena de suministro derivado de puntos de obstrucción

geopolíticos y problemas de abastecimiento responsable; esto ha dado lugar a importantes esfuerzos de I+D para minimizar la cantidad de cobalto necesaria para el almacenamiento de energía.

En concreto, el suministro de cobalto se concentra actualmente en un solo país, la República Democrática del Congo, de donde procede aproximadamente el 70% de la producción total<sup>36</sup>. La inestabilidad económica y política, junto con los problemas de trabajo y corrupción, hacen que el suministro de cobalto sea muy imprevisible. Los principios de inversión responsable, que incluyen directrices de transparencia y rendición de cuentas, tienen el potencial de reducir el capital de estas operaciones. Sin embargo, la falta de alternativas limita esta solución.

El dominio geográfico de la cadena de suministro ascendente, con dos tercios de la capacidad de refinado ubicada en China<sup>37</sup>, también crea posibles puntos de obstrucción en la cadena de suministro, que adquieren especial importancia durante tiempos de mayor tensión geopolítica.

<sup>28</sup>World Bank Report (2020).

<sup>29</sup>Innovation boosts lithium (2019) PV Magazine.

<sup>30</sup>World Bank Report (2020).

<sup>31</sup>Ibid.

<sup>32</sup>Lithium data sheet - mineral commodities summaries (2021) USGS.

<sup>33</sup>The spiralling economic cost of our lithium battery addiction (2018) Wired.

<sup>34</sup>2011 figure; Recycling perspectives for cobalt in the Hague (2018) Universiteit Leiden.

<sup>35</sup>25m tonnes terrestrial reserves include identified deposits that have not been leased to the mining sector (across the DRC, Zambia, Australia, Cuba, Canada, Russia and the US). Some of the oceanic reserves are located in Exclusive Economic Zones and sovereign territories, others in international waters. Cobalt data sheet - mineral commodities summaries (2021) USGS.

<sup>36</sup>Ibid.

<sup>37</sup>Cobalt crunch? Dealing with the battery industry's looming supply challenges for cobalt (2018) Apricum.



## Indio: ¿cuál es la alternativa?



**34.000 toneladas** (228% de las reservas conocidas)  
**Demanda acumulada para 2050**



**15.000 toneladas**  
**Reservas en 2020**



**0-1%**<sup>38</sup>  
Tasas indicativas de reciclaje

El óxido de indio y estaño (ITO) sigue siendo el mejor material para responder a la creciente necesidad de LCD (pantallas de cristal líquido) en pantallas táctiles, televisores de pantalla plana y paneles solares.

En la naturaleza, el indio es bastante raro y casi siempre se encuentra como un oligoelemento en otros minerales (especialmente en el zinc y el plomo), de los que suele obtenerse como subproducto. Los bajos niveles de extracción de indio se traducen en una menor disponibilidad e ineficiencia de recursos; la eficiencia general de extracción desde la mina hasta el producto está entre el 23% y el 28%, aunque gran parte de ese indio no ingresa al mercado.

China es el principal productor de indio y representa el 56% de la producción mundial de refinerías en 2020<sup>39</sup>. A fines de 2020, China propuso una nueva Ley de Control de Exportaciones que

permite al país limitar las exportaciones de productos de doble uso relacionados con la seguridad y los intereses nacionales, incluyendo los elementos de tierras raras.

La actual concentración geográfica de la oferta, combinada con la importancia de este mineral para las tecnologías más allá de la transición energética, ofrece una oportunidad considerable para que los países aliados 'occidentales' desarrollen minería cruda y urbana. Por ejemplo, Canadá: de los 35 metales críticos identificados por EE.UU., es un considerable proveedor de 13 de estos minerales, incluyendo el indio. Eurasia Group sugiere que esta ventaja ha abierto la oportunidad de una asociación bilateral más amplia en materia de cooperación industrial, prioridades de defensa y colaboración en el escenario internacional. Es probable que esta tendencia continúe: asegurar un flujo confiable de recursos y, al mismo tiempo, impulsar un club de naciones aliadas que aprovechen la red de vínculos geopolíticos de cada país.

## Vanadio: ¿Dónde está su próximo proveedor?



**2.4m tons** (11% of known reserves)  
**Cumulative demand by 2050**



**22m tons**  
**Reserves in 2020**



**30%**<sup>40</sup>  
Indicative recycling rates

El vanadio es un elemento metálico plateado que tiene una variedad de usos a gran escala y de alta tecnología, como los vehículos espaciales, los reactores nucleares y los imanes superconductores. También es el material principal de las VRFB, una alternativa a las baterías de litio en algunas aplicaciones que se pueden cargar miles de veces sin degradarse<sup>41</sup>.

En la actualidad, la sustitución del vanadio no es económica ni técnicamente sencilla. Junto con EE.UU. y Canadá, la Comisión Europea identificó y registró formalmente este metal en la lista de Materias Primas Críticas de 2017; la lista tiene como objetivo aumentar la conciencia de los posibles riesgos de suministro, informar los acuerdos comerciales y

estimular la producción de recursos identificados dirigiendo nuevas actividades de minería y reciclaje dentro de la UE.

Como se ha mencionado anteriormente, la producción se ha visto limitada por los altos costos; la extracción de minerales adicionales a partir de productos residuales industriales ricos en vanadio, como el níquel y el titanio, ha estado subvencionando la extracción de vanadio<sup>42</sup>. La producción se concentra en gran medida en cuatro países, siendo China el que posee la mayor parte del mercado con un 62% en 2020, seguido de Rusia, Sudáfrica y Brasil. Sin embargo, muchas empresas mineras en América del Norte han revelado planes para invertir en exploración o reabrir minas de vanadio cerradas en EE.UU., Canadá y Australia<sup>43</sup>.

## Grafito: ¿Quién lo quiere más?



**68,8 millones de toneladas**  
(22% de las reservas conocidas)  
**Demanda acumulada para 2050**



**320 millones de toneladas**  
**Reservas en 2020**



**<1%**<sup>44</sup>  
Tasas indicativas de reciclaje

La principal aplicación del grafito es como material refractario, por ejemplo, en la fabricación de acero, pero también es esencial en la producción de baterías de iones de litio que se utilizan en los vehículos eléctricos.

Eurasia Group destaca el grafito como un ejemplo notable del riesgo de las cadenas de suministro dominadas por el país: China es la fuente de más del 60% del suministro

mundial de grafito amorfo, y cerca de dos tercios de este es grafito en escamas (el 100% del procesamiento global se produce en China)<sup>45</sup>. El gobierno ha introducido controles de políticas para restringir la entrada de nuevos competidores, integrar las operaciones a nivel regional y aumentar el porcentaje del mercado afectado por la propiedad o la inversión estatal.

El dominio de un país en esta cadena tiene el potencial de poner en peligro el acceso de otros países al mineral y la actividad económica asociada con su producción y uso. Sin embargo, esto puede cambiar en los próximos años, ya que el aumento de la demanda mundial de grafito para baterías ha impulsado los esfuerzos de exploración en todo el mundo; Mozambique, Finlandia y Suecia tienen proyectos de exploración en marcha.

<sup>38</sup>Informe del Banco Mundial (2020).

<sup>39</sup>Innovation boosts lithium (2019) PV Magazine.

<sup>40</sup>Informe del Banco Mundial (2020).

<sup>41</sup>Ibidem.

<sup>42</sup>Lithium data sheet - mineral commodities summaries (2021) USGS.

<sup>43</sup>The spiralling economic cost of our lithium battery addiction (2018) Wired.

<sup>44</sup>2011 figure; Recycling perspectives for cobalt in the Hague (2018) Universiteit Leiden.

Las reservas terrestres de 3,525 millones de toneladas incluyen depósitos identificados que no han sido arrendados al sector minero (en la República Democrática del Congo, Zambia, Australia, Cuba, Canadá, Rusia y EE. UU.). Algunas de las reservas oceánicas están ubicadas en Zonas Económicas Exclusivas y territorios soberanos, otras en aguas internacionales. Cobalt data sheet - mineral commodities summaries (2021) USGS.

<sup>45</sup>Ibidem.

<sup>37</sup>Cobalt crunch? Dealing with the battery industry's looming supply challenges for cobalt (2018) Apricum.

# La energía renovable requiere insumos 'renovables'

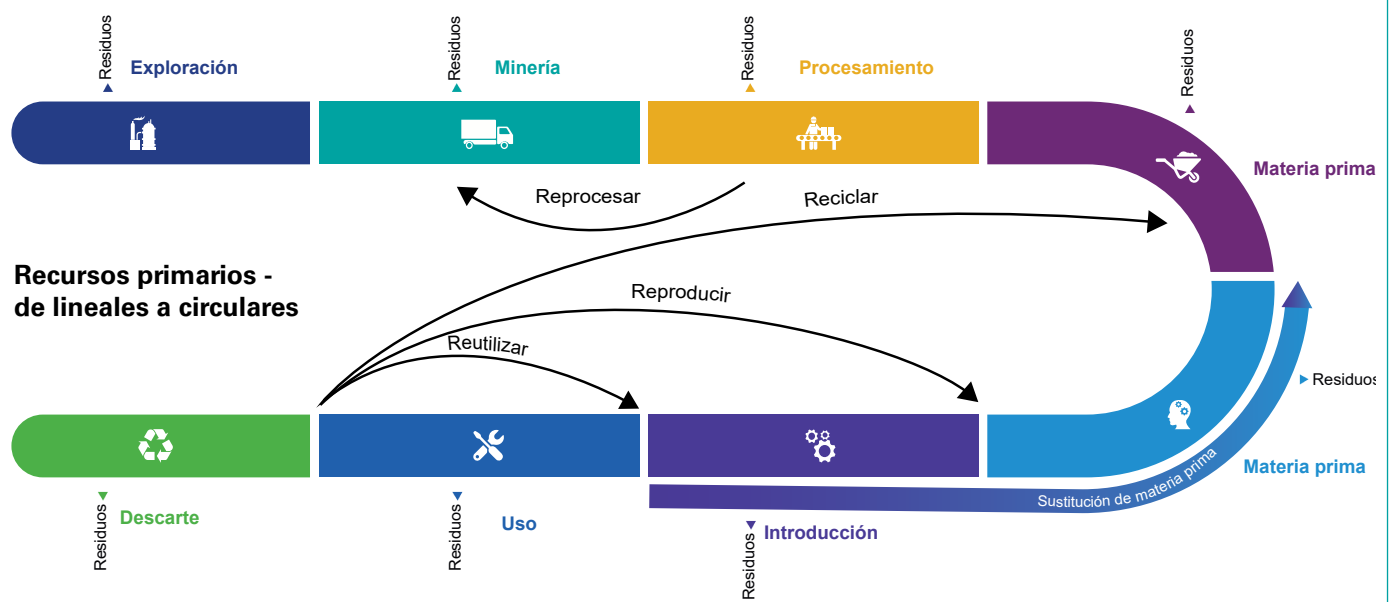
**El ritmo y la escala de la transición energética necesarios para cumplir con un escenario 2DS requieren la implementación generalizada de soluciones de economía circular<sup>46</sup>, y no solo en el sector de energía.**

Entonces, ¿cómo gestionar los riesgos de la cadena de suministro cuando la diversificación geográfica de las fuentes es limitada y los insumos no se pueden sustituir?

**La economía circular.** A medida que se requieran tecnologías más limpias para cumplir con los objetivos de temperaturas más bajas, se necesitarán mayores cantidades de estos minerales. Reducir la necesidad de extraer de sitios terrestres y oceánicos, y seguir cultivando los materiales disponibles en el mercado, requerirá que el material existente se utilice de nuevas formas circulares.

## ¿Qué es la economía circular<sup>47</sup>?

Una economía circular es un modelo 'regenerativo' que busca retener el valor de la 'circulación' de los recursos, los productos, las piezas y los materiales. Trata de eliminar los residuos y la contaminación, mantener los productos y materiales en uso, aumentar la productividad y regenerar los sistemas naturales.



En los últimos años, la economía circular ha ganado un impulso cada vez mayor como concepto entre las empresas, los responsables políticos y los consumidores, a medida que se intensifica la urgencia de actuar contra el cambio climático. Sin embargo, la presión política para eliminar el uso de combustibles fósiles y aumentar la proporción de energía renovable ha centrado la I+D predominantemente en la generación y el transporte más rentables de energía renovable, con menos atención en la necesidad de circularidad dentro del sector energético.

**El rediseño, el reciclaje, la reutilización y el reaprovechamiento a lo largo del ciclo de vida de los recursos desempeñarán un papel fundamental al abordar las limitaciones geopolíticas y geográficas,**

mitigando la volatilidad potencial de los precios y la escasez de suministro, en particular para los recursos que no se pueden sustituir (como el vanadio), y reduciendo la necesidad de extracción y emisiones.

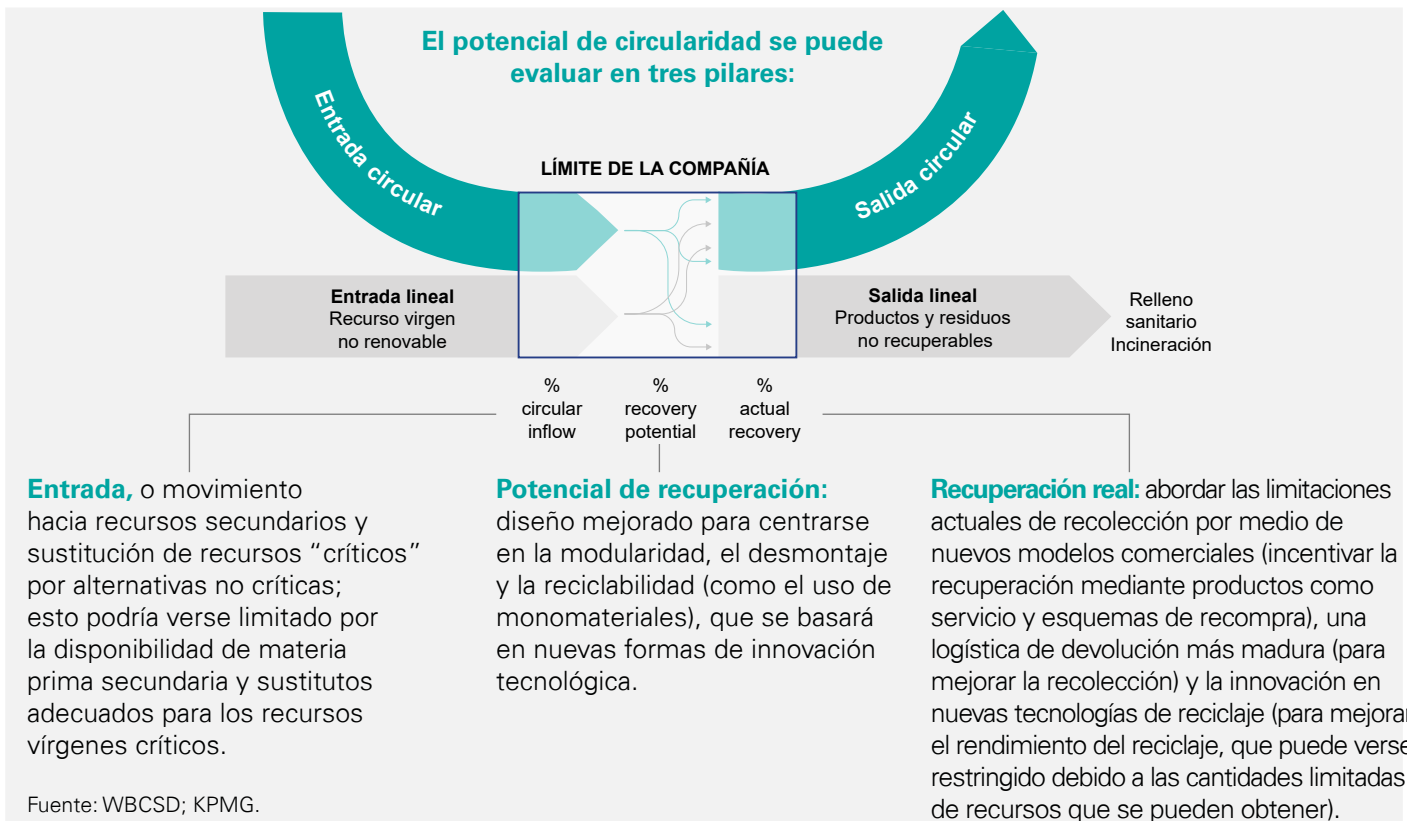
La seguridad del suministro ya ha sido mejorada por las estrategias de economía circular existentes; por ejemplo, Japón y Corea del Sur han realizado importantes inversiones en el reciclaje de indio<sup>48</sup>.

Pero los esfuerzos de reciclaje existentes no serán suficientes. Irónicamente, **cuanto más ambiciosas sean nuestras ambiciones climáticas, mayor será la dependencia potencial de materiales extraídos 'no renovables'**, tal vez negando el impacto ambiental positivo de la fabricación de estas tecnologías ecológicas en primer lugar.

<sup>46</sup>Circular Economy: A Key Lever in Bridging the Emissions Gap to a 1.5°C Pathway (2016) Circle Economy.

<sup>47</sup>'Circular Transition Indicators' Framework (2021) WBCSD, powered by KPMG.

<sup>48</sup>Indium data sheet (2020) USGS.



**Potenciar las soluciones de economía circular será esencial para abordar las limitaciones geográficas, geopolíticas y económicas del futuro**, asegurando un equilibrio entre oferta y demanda a corto plazo más fluido y la viabilidad a largo plazo de la transición energética. Esto solo se puede lograr si la política de transición energética y climática global y nacional va de la mano de estrategias de economía circular para reducir los riesgos de los metales críticos y la dependencia<sup>49</sup>.

Algunas advertencias: un cierto nivel de extracción de nuevos recursos será un hecho, ya que los niveles existentes de algunos de estos recursos que ya están en circulación no pueden satisfacer la demanda futura por

sí solos. La expansión de estas estrategias de economía circular también sigue presentando desafíos, como los costos, el diseño y las cuestiones técnicas<sup>50</sup>.

Estas limitaciones (como el proceso de fabricación termodinámico de estos productos, el diseño de las restricciones de reciclabilidad y la alineación entre las partes interesadas en la cadena de valor) tendrán que ser abordadas.

Los gobiernos, los inversores, los productores de minerales, las empresas y los usuarios finales tienen un papel que desempeñar como parte de una respuesta integral al cambio en la combinación de energía y la disponibilidad de recursos:

#1

## Consumidores



Hasta ahora, los usuarios finales y la sociedad civil han demostrado ser uno de los **agentes de cambio más fuertes para el abastecimiento sostenible y responsable de minerales críticos**. La imaginación del público ha sido capturada por la idea de que sus productos aparentemente “verdes”, como los VE, causan un daño oculto e incalculable al medio ambiente y a las comunidades. Esto les da a estos grupos de interés público la oportunidad de continuar colocando presión y ejerciendo un escrutinio sobre las prácticas mineras para asegurar resultados justos y equitativos. Sin embargo, también conlleva la responsabilidad de aceptar y trabajar dentro de las limitaciones impuestas por la tecnología y los factores políticos que limitan el “arte de lo posible” para los productores y procesadores de estos minerales.

Los precios del litio en China están experimentando una volatilidad significativa como consecuencia de la demanda de soluciones de almacenamiento de energía. Con un valor cercano a los US\$ 25.000 la tonelada en 2018 y en constante declive desde entonces, el precio medio del carbonato de litio de grado de batería ahora ha aumentado en más del 40% en comparación con enero de 2020<sup>51</sup>.

A pesar de ser casi totalmente reciclable, solo el 5% de las baterías de litio se reciclan<sup>52</sup>. ¿Por qué? El diseño de las baterías: los desafíos relacionados con la separación de los componentes metálicos limitan en la actualidad las oportunidades de reciclaje.



<sup>49</sup>Linear Risks (2018) WBCSD in partnership with KPMG.

<sup>50</sup>Informe del Banco Mundial (2020).

<sup>51</sup>Lithium price in China surges 40% to 18-month high (2021) Mining.com

<sup>52</sup>The battery paradox: how the electric vehicle boom is draining communities and the planet (2020) SOMO.

## #2

### Gobiernos



Estar 'abierto a los negocios' está muy lejos de la evaluación y mitigación de riesgos proactivas necesarias para desarrollar las cadenas de suministro de recursos en un entorno global altamente competitivo. Los gobiernos tienen la obligación multifacética de abordar cada una de las cuestiones destacadas anteriormente y promover estos recursos como material permanente para maximizar su uso en una futura economía circular.

En primer lugar, **se requerirá una mayor claridad sobre la ambición climática y las expectativas de mix de energía para impulsar las señales del mercado**, por ejemplo, 'en un camino de descarbonización 2DS, se espera que la demanda global de minerales relevantes en baterías de almacenamiento eléctrico aumente en más del 1.000%'. Los caminos detallados sobre los costos incorporados en la tecnología limpia permitirán a los gobiernos reforzar sus marcos de políticas para impulsar la inversión, protegerse contra los riesgos de suministro y lograr sus ambiciones políticas con minerales críticos en el centro de la política industrial, comercial, ambiental, de recursos naturales y de seguridad.

Los gobiernos también pueden considerar incentivar la minería urbana a partir de productos usados (como los desechos electrónicos), en especial en Europa. Europa depende casi por completo del suministro de metales críticos desde fuera de sus fronteras, aunque el continente tiene algunas reservas. La minería en Europa se enfrentará a obstáculos, pero las soluciones de alta tecnología y los incentivos circulares pueden ayudar a superarlos.

## #3

### Inversionistas



La desinversión seguirá siendo la salida más fácil para los inversores que buscan protegerse contra los riesgos relacionados con ESG. Sin embargo, para asegurar el acceso estable de los mercados globales a los insumos minerales críticos y para permitir la transformación industrial requerida para una transición energética sin problemas, **será necesario un enfoque holístico para la gestión de la cartera, con una mejor comprensión de los riesgos y oportunidades de minería, abastecimiento, uso y reciclaje de esos materiales.**

El punto central de este esfuerzo es enfocarse en lo que pueden hacer ciertos actores de la cadena de valor para mejorar la eficiencia del uso del metal (por ejemplo, los diseñadores y productores con respecto a la facilidad de separación del metal), así como los puntos de apriete geopolíticos cubiertos aquí, cuando deben manifestarse, y hasta qué punto las protecciones de las políticas gubernamentales pueden resolverlos.

"Los metales son esencialmente circulares, por lo tanto, uno de los primeros en adoptar un proceso de fabricación circular sin desperdicio probablemente obtendrá una fuerte ventaja competitiva y acortará el camino hacia sus objetivos de cero emisiones netas de carbono."  
- Ugo Platania, Director Global de Acero y Metales

## ¿Y la financiación?

Existen varios desafíos de financiamiento específicos para la inversión en proyectos de recursos críticos, que incluyen:

- 01 Tecnología y proceso:** la tecnología y los procesos nuevos o comercialmente no probados que se necesitan para producir minerales aumentan el riesgo de sobrecostos o de que la producción esté por debajo de las expectativas.
- 02 Mercados y precios:** Puede ser más difícil evaluar la oferta y la demanda del mercado y los precios no son tan transparentes como otros productos básicos más establecidos.
- 03 Clientes y compras:** Puede ser un desafío identificar e interactuar con los clientes usuarios finales y luego avanzar hacia acuerdos de compra con los términos requeridos para obtener financiamiento de deuda.
- 04 Equidad y patrocinadores:** Los requisitos de capital para financiar la construcción pueden ser importantes para las empresas de desarrollo más pequeñas y difíciles de atraer al tipo de inversionista preferido por los financiadores de deuda.
- 05 Infraestructura y cadena de suministro:** ubicaciones remotas y proveedores/procesamiento limitados significan que se necesita una estrategia creíble para garantizar el acceso a largo plazo a la infraestructura y las cadenas de suministro.

Estos desafíos hacen que sea más difícil atraer financiamiento de la deuda en el volumen requerido y en condiciones adecuadas. Los gobiernos de todo el mundo han respondido a estos desafíos con varios programas de subvenciones y préstamos con el fin de "atraer" otras fuentes comerciales de financiación. Sin embargo, se podría hacer más para llenar los vacíos del mercado y alentar a las fuentes comerciales de capital para financiar la inversión necesaria. commercial sources of finance. However, more could be done to fill market gaps and encourage commercial sources of capital to fund the investment needed.

## #4

### Productores de recursos



La cadena de valor de los metales críticos es extremadamente compleja<sup>53</sup>. A la luz de los desafíos antes mencionados, **los productores de minerales críticos se enfrentarán a la escasez y, por lo tanto, aumentarán los precios y la volatilidad de los precios, al mismo tiempo que los consumidores buscan prácticas más circulares y sostenibles.**

Como primer paso, la minería suele estar asociada con importantes impactos negativos tanto ambientales como sociales; es necesario controlar la 'huella ESG' de la empresa y el nivel de la 'transición circular' para trazar una línea de base. Limitar las emisiones de carbono de los minerales necesarios para la transición hacia la energía limpia puede ofrecer doble beneficio, ayudando a impulsar el crecimiento económico y reducir los riesgos ambientales en los países en desarrollo ricos en recursos.



También permitirá la transición a un modelo 2DS en línea con el Acuerdo de París, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”, y el ODS 13: “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”.

La cadena de suministro solo se volverá más compleja cuando se tengan en cuenta los metales recuperados y su reintegración en la cadena de valor; es probable que esto deba integrarse en las decisiones de precios e inversión de los productores. Existe una serie de modelos comerciales nuevos y ampliados que se pueden explorar, incluida la retención de la propiedad para permitir la minería urbana.

“Toda empresa minera comprende la singular complejidad y los desafíos para encontrar, extraer y entregar productos al mercado de manera consistente. Una sociedad dispuesta a acelerar la transición energética debe ahora priorizar el trabajo con el sector para que le ayude a producir.”

—Trevor Hart, Director Global de Minería



#5

## Empresas



Por medio de los tres pilares de la circularidad, las empresas de las industrias expuestas, en particular la fabricación industrial, tendrán una variedad de opciones para ayudar a permitir una transición circular. Por ejemplo:

- 1. Entrada:** las empresas de diversos sectores podrían buscar reducir el uso de metales críticos aumentando los esfuerzos alternativos para producir energía limpia u otros productos con una menor necesidad de metales críticos. La sustitución por sí sola no es suficiente y podría trasladar esta carga a otros metales.

El potencial de reciclaje de la chatarra de ITO es una forma probada de devolver una cantidad significativa de indio al mercado mundial, con tecnología eficiente y un tiempo de proceso rápido; la producción mundial de indio refinado secundario proviene casi exclusivamente del reciclaje de chatarra de fabricación, en lugar de la recuperación del final de su vida útil. Sin embargo, esto solo representa una cantidad muy pequeña del total de indio que se utiliza en la actualidad, debido a la falta de infraestructuras de reciclaje y los precios volátiles del metal.



- 2. Recovery potential:** the automotive and energy sector could look to increase circular product design and closed loop efforts by including circular design principles in the production of energy assets such as wind turbines and PV panels, but also EVs to enable future reuse of components and materials after the technical use cycle. For example, the first solar panels are nearing the end of their lifespan (approximately 25 years) and, with investment into necessary infrastructure, could theoretically become a source of many valuable materials, including silicone, silver, glass and aluminum.
- 3. Actual recovery:** those in the industrial manufacturing value chain can financially incentivize metal reuse through leasing and refurbishment contracts, effectively tagging a financial benefit to keep metals in use and allowing, for example, for the collection and recycling of precious metals from discarded batteries and electronics.

By analyzing the risks and opportunities of new business models and better circular metrics associated with the lifecycle of resources, businesses will not only be able to avoid potential supply chokepoints and realize cost savings, but also capture new opportunities, as consumers, employees and private and public financial stakeholders gravitate towards industry leaders in this space.

En la implementación del Acuerdo de París se necesitan esfuerzos globales por parte del gobierno y el sector privado para avanzar hacia un sistema de energía renovable. Cerrar el círculo no será fácil: el desarrollo de estas estrategias de economía circular puede encontrar barreras legales, financieras, organizativas y operativas, que requieren la colaboración entre las diferentes partes interesadas y potencialmente nuevas competencias (tecnológicas, ambientales y económicas) a superar.

Sin embargo, a medida que la tecnología avanza, las oportunidades para adoptar los principios de la economía circular no harán más que aumentar y su aplicación a los recursos necesarios para este sistema energético y otras innovaciones tecnológicas debería ocupar un lugar destacado en la agenda de las empresas en un amplio espectro de sectores.

El cambio hacia un sistema de energía renovable y la transición hacia una economía más circular son parte de la misma agenda.



<sup>53</sup>Critical Raw Materials (2014) KPMG.

# Sobre KPMG y Eurasia Group Alliance

KPMG International ha formado una alianza con Eurasia Group, una de las firmas de consultoría e investigación de riesgos políticos más importantes del mundo, para desarrollar soluciones que ayuden a las empresas a enfrentar los desafíos geopolíticos. Por medio de nuestra alianza, los profesionales de KPMG pueden aportar los conocimientos políticos de los analistas de Eurasia Group en más de 100 países y territorios junto con la comprensión básica de su negocio de las firmas de KPMG abarcando desde los aspectos macro hasta el análisis más detallado.

## Sobre KPMG IMPACT

Las firmas de KPMG están trabajando con clientes de todo el mundo para ayudarlos a descarbonizar sus negocios y cadenas de suministro, e incorporar los aspectos ESG en todo lo que hacen. KPMG IMPACT reúne la experiencia de las firmas de KPMG para ayudar a los clientes a abordar los mayores desafíos que enfrenta nuestro planeta, con el objetivo de generar crecimiento con un propósito y lograr avances en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS).

### Autores



**Sophie Heading**  
**Líder de Geopolítica Global**  
KPMG  
E: [sophie.heading@kpmg.co.uk](mailto:sophie.heading@kpmg.co.uk)



**Rohitesh Dhawan**  
**Macroestratega y Responsable de Asociaciones**  
Eurasia Group  
E: [dhawan@eurasiagroup.net](mailto:dhawan@eurasiagroup.net)



**Arnoud Walrecht**  
**Circular Economy Lead**  
KPMG in Países Bajos  
E: [Walrecht.Arnoud@kpmg.nl](mailto:Walrecht.Arnoud@kpmg.nl)



**Josh Hasdell**  
**ESG Strategy**  
KPMG en el Reino Unido  
E: [josh.hasdell@kpmg.co.uk](mailto:josh.hasdell@kpmg.co.uk)

### Contactos

#### Manuel Fernandes

Socio Líder de Energía y Recursos Naturales de KPMG en América del Sur  
E: [mfernandes@kpmg.com.br](mailto:mfernandes@kpmg.com.br)

#### Juanita Lopez

Directora Cambio Climático y Sostenibilidad de KPMG en América del Sur  
E: [juanitalopez@kpmg.com.br](mailto:juanitalopez@kpmg.com.br)

#### Trevor Hart

Director Global de Minería, KPMG  
E: [thart@kpmg.com.au](mailto:thart@kpmg.com.au)

#### Ugo Platania

Director Global de Acero y Metales, KPMG  
E: [Ugo.PLATANIA@kpmg.lu](mailto:Ugo.PLATANIA@kpmg.lu)

#### Mike Hayes

Director Global de Cambio Climático y Descarbonización,  
E: [michael.hayes@kpmg.ie](mailto:michael.hayes@kpmg.ie)

### Con agradecimiento a:

**Abdul Hassan** (KPMG en el Reino Unido); **Coleman Sabbithi** (KPMG en India); **Craig Jones** (KPMG en Australia); **Dan Ginger** (KPMG en Australia); **George Mowles-Van Der Gaag** (KPMG en el Reino Unido); **Riya Aneja** (KPMG en India); **Rohit Sabharwal** (KPMG en India); **Suzanne Kuiper** (KPMG en Países Bajos).

### Conéctese con un líder de KPMG IMPACT cerca de usted – [kpmg.com/impact/contacts](https://kpmg.com/impact/contacts)

[home.kpmg](https://home.kpmg)

[home.kpmg/socialmedia](https://home.kpmg/socialmedia)



La información contenida en este documento es de carácter general y no pretende abordar las circunstancias de ningún individuo o entidad en particular. Aunque nos esforzamos por proporcionar información precisa y oportuna, no podemos garantizar que dicha información sea exacta a partir de la fecha en que se reciba o que seguirá siéndolo en el futuro. Nadie debe actuar sobre dicha información sin el asesoramiento profesional adecuado después de un examen exhaustivo de la situación particular.

En este documento, "nosotros", "KPMG", "nos" y "nuestro" se refieren a la organización global o a una o más de las firmas miembro de KPMG International Limited ("KPMG International"), cada una de las cuales es una entidad legal.

El nombre y el logotipo de KPMG son marcas registradas utilizadas bajo licencia por las firmas miembro independientes de la organización global KPMG.

KPMG se refiere a la organización global o a una o más de las firmas miembro de KPMG International Limited ("KPMG International"), cada una de las cuales es una entidad legal individual. KPMG International Limited es una empresa privada inglesa limitada por garantía y no brinda servicios a los clientes. Para obtener más detalles sobre nuestra estructura, visite [home.kpmg/governance](https://home.kpmg/governance).

© 2021 Propiedad de una o más de las entidades de KPMG International. Las entidades de KPMG International no proveen servicios a los clientes. Todos los derechos reservados.