



Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo



Implicaciones económicas de la transición energética en los ingresos públicos en países ricos en recursos

Publicado por

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

En cooperación con

ecónias

Prólogo

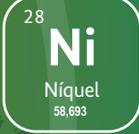
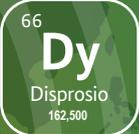
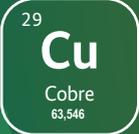
Para descarbonizar la economía mundial y el sector energético se requiere un despliegue sin precedentes de tecnologías energéticas limpias en las próximas tres décadas. La transición a una economía de cero emisiones netas y el consiguiente deseo de utilizar vehículos eléctricos, turbinas eólicas, paneles solares y nuevas conexiones eléctricas requerirán enormes cantidades de minerales, los denominados “minerales de la transición energética”. Estos minerales de la transición energética incluyen algunos materiales que ya se producen en grandes volúmenes en la actualidad, tales como el aluminio, el cobre, el níquel o el acero. Sin embargo, también incluyen materias primas que han tenido relativamente poco uso y una demanda limitada en el pasado, como lo son el litio, el cobalto y los elementos de tierras raras.

Esta demanda de minerales se debe sobre todo a una mayor intensidad de materiales de las tecnologías de energías renovables en comparación con soluciones para la producción de energía y el transporte basadas en combustibles fósiles. La producción de un vehículo eléctrico requiere aproximadamente seis veces más minerales que la de uno con motor de combustión interna. Las necesidades de materiales para la generación de energía limpia son aún mayores: por cada megavatio (MW) de electricidad producida, la energía eólica marina requiere nueve veces más minerales que el gas natural.

Parte del aumento en la demanda de minerales de la transición energética podría satisfacerse incrementando los índices de extracción y reciclaje de metales al término de la vida útil de los productos. Sin embargo, solo una pequeña parte del rápido aumento de la demanda puede satisfacerse mediante un mayor reciclado. Por lo tanto, será necesario un gran aumento de la producción a partir de fuentes primarias en un futuro cercano, incluida la explotación de muchas nuevas minas además de las que ya están en funcionamiento o en construcción. Esto ofrece a muchos países ricos en recursos la oportunidad de generar ingresos públicos adicionales a partir de la extracción de sus reservas minerales de la transición energética.

Hallazgos clave

- El aumento en la demanda de siete minerales de la transición energética (bauxita, cobalto, cobre, grafito, litio, níquel y elementos de tierras raras) podría suponer un promedio de entre 100 000 y 260 000 millones de dólares anuales en ingresos brutos procedentes de la venta de minerales en los próximos 20 años.
- Los países ricos en recursos podrían beneficiarse de entre 5 000 y 25 000 millones de dólares anuales en ingresos públicos adicionales por este aumento de la demanda de minerales de la transición energética.
- Esto podría suponer entre 100 000 y 500 000 millones de dólares adicionales de aquí a 2040 para financiar la inversión en infraestructuras públicas e impulsar el desarrollo económico.
- Los beneficios irán a parar a las regiones con mayor producción y reservas de minerales de la transición energética. Se espera que la región de América Latina y el Caribe recaude el 39 % de los ingresos públicos adicionales en términos absolutos, seguida de la región de Asia Oriental y el Pacífico, con el 34 %.
- En relación con el tamaño de sus economías, los países del África subsahariana también podrían verse muy beneficiados, con ingresos brutos adicionales procedentes de las ventas de minerales de la transición equivalentes al 0,76 % del PIB regional, solo superados por América Latina y el Caribe, con un 1,2 %.
- Si bien la mayor parte de los beneficios irán a parar a los países de renta alta y media-alta, los minerales de la transición podrían tener una importancia extraordinaria para los países de renta baja ricos en recursos, dado el menor tamaño de sus economías.
- El cobre será el principal impulsor de los ingresos públicos, con un 44 % de los ingresos públicos adicionales, seguido del litio (22 %) y el níquel (20 %). La participación del litio aumenta en los escenarios con una transición a cero emisiones netas más rápida y precios de los minerales más elevados.
- Otros minerales de la transición energética podrían ser importantes impulsores de ingresos a nivel regional, como el cobalto en el África subsahariana y los elementos de tierras raras en Asia oriental y el Pacífico.
- Los gobiernos de países ricos en recursos pueden maximizar los beneficios aplicando un régimen fiscal moderno, aumentando el interés de las inversiones, mejorando la comprensión del potencial geológico y desarrollando un entorno propicio para la extracción sostenible de minerales con especial enfoque ambiental, social y de gobernanza (ASG).







Resumen ejecutivo

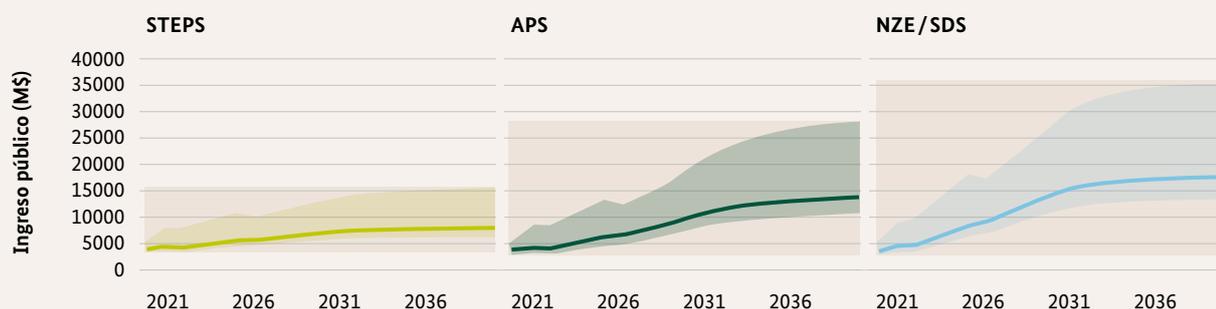
La descarbonización de la economía mundial y del sector energético requiere un despliegue sin precedentes de tecnologías energéticas limpias en las próximas tres décadas. Esto estimulará la demanda de grandes cantidades de minerales de la “transición energética” necesarios en la fabricación de vehículos eléctricos, turbinas eólicas, paneles solares y nuevas conexiones eléctricas, impulsada por la mayor intensidad material de las tecnologías de energías renovables en comparación con las soluciones de generación de energía y transporte basadas en combustibles fósiles. Solo una pequeña parte de la creciente demanda puede satisfacerse mediante el aumento del reciclaje, por lo que será necesario un gran aumento de la producción de minerales de la transición energética a partir de fuentes primarias en un futuro próximo, incluida la puesta en producción de muchas minas nuevas además de las que ya están en funcionamiento o en construcción. Esto ofrece a muchos países ricos en recursos la oportunidad de generar ingresos adicionales a partir de la extracción de sus reservas de minerales de la transición energética. **Estimamos que los ingresos públicos adicionales procedentes de los minerales de la transición energética podrían oscilar entre 5 000 y 25 000 millones de dólares al año hasta 2040.**

Estas estimaciones dependen de varios factores, entre ellos el camino hacia el cero neto y la correspondiente futura producción minera. Estimamos la producción futura basándonos en las previsiones de demanda de cada mineral menos la oferta secundaria, utilizando escenarios elaborados por la AIE (2021; Kim 2022):

1. **El Escenario de Políticas Declaradas (STEPS – Stated Policies Scenario)** es la demanda estimada de minerales para la transición energética en el marco de las políticas actuales, basada en una evaluación por sectores de las políticas específicas que están en vigor o han sido anunciadas por los gobiernos. Proporciona una indicación de hacia dónde conducen las políticas y planes actuales al sector energético, y la correspondiente demanda de minerales.
2. **El Escenario de Compromisos Anunciados (APS – Announced Pledges Scenario)** asume que todos los compromisos climáticos asumidos por los gobiernos de todo el mundo, incluidas las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC – Nationally Determined Contributions), los objetivos de cero emisiones netas a largo plazo y los objetivos de acceso a la electricidad y cocina limpia, se cumplirán en su totalidad y a tiempo.
3. **El Escenario de Cero Emisiones Netas para 2050 (NZE – Net Zero Emissions)** es el escenario más ambicioso que establece un camino para que el sector energético mundial alcance las cero emisiones netas en 2050. No depende de reducciones de emisiones ajenas al sector energético para alcanzar sus objetivos. El acceso universal a la electricidad y la cocina limpia se habrán alcanzado en 2030..

Las estimaciones de los ingresos potenciales del cobalto, el cobre, el litio y el níquel siguen estos tres escenarios. La AIE no ha publicado estimaciones de la demanda de bauxita, grafito u óxidos de tierras raras (OTR) en los escenarios APS o NZE. Para estos minerales, utilizamos **el Escenario de Desarrollo Sostenible (SDS – Sustainable Development Scenario)**, cuyas estimaciones de demanda han sido publicadas por Gregoir y van Acker (2022). Al igual que el escenario NZE, el SDS parte de la base de que los compromisos actuales de cero emisiones netas se cumplen en su totalidad y de que existen grandes esfuerzos para conseguir reducciones de emisiones a corto plazo.

Esquema E.S.1: Ingresos públicos adicionales anuales por escenario

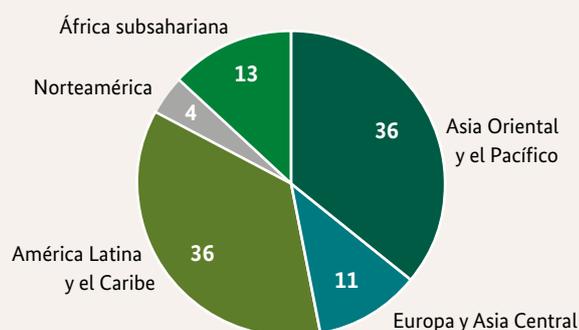


Nota: La línea corresponde al escenario central; los extremos superior e inferior de la zona sombreada corresponden a los escenarios alto y bajo, respectivamente. Nota: M\$ = millones de dólares.

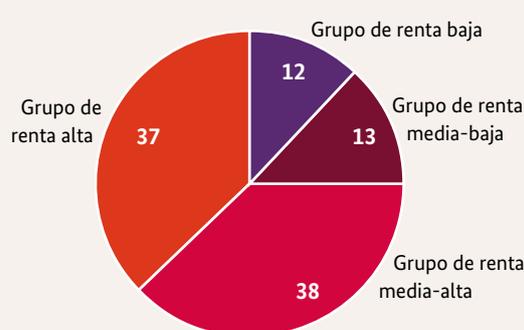
Nuestro análisis también revela que algunas regiones se beneficiarán mucho más que otras. Estimamos que la mayor parte de los ingresos públicos los obtendrán los países de la región de América Latina y el Caribe, seguidos de Asia Oriental y el Pacífico. Las regiones que se espera recauden menos ingresos de los minerales de la transición energética son Medio Oriente y Norte de África, así como Asia meridional.

Si nos fijamos en los grupos de renta de los países, estimamos que la mayor parte de los ingresos públicos se recaudarán en los países de renta media-alta (40% de los ingresos públicos totales), seguidos de los países del grupo de renta alta.

Esquema E.S.2: Porcentaje total de ingresos públicos por región



Esquema R.E.3: Porcentaje total de ingresos públicos por grupo de renta



Nota: Estimación según escenario central APS.

Sin embargo, la importancia económica relativa de la actividad adicional del sector minero y de los ingresos públicos depende del tamaño de las economías de cada región. América Latina y el Caribe, y el África subsahariana se beneficiarán proporcionalmente más de lo que sugiere su potencial total de ingresos brutos. Si los ingresos brutos totales se expresan como porcentaje del PIB de cada región, América Latina y el Caribe, y el África subsahariana generarán los mayores ingresos brutos adicionales procedentes de los minerales de la transición energética en comparación con el tamaño actual de sus economías. Del mismo modo, los países de renta baja se beneficiarán más de lo que implica su cuota del 12% de ingresos públicos debido al enorme impacto de la actividad adicional del sector minero como porcentaje del PIB.

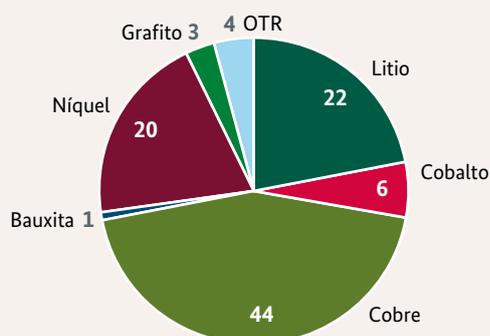
Tabla R.E.1: Promedio anual de ingresos brutos en porcentaje del PIB por región

Región	Promedio anual de ingresos brutos (millones de USD, términos reales)	PIB en 2021 (millones de USD, términos reales)	Ingresos brutos con respecto al PIB en 2021 (%)
Asia Oriental y el Pacífico	52.950	30.056.574	0,18
Europa y Asia Central	15.700	24.952.561	0,06
América Latina y el Caribe	59.562	4.964.237	1,20
Oriente Medio y Norte de África	52	2.743.880	0,00
Norteamérica	10.892	24.993.943	0,04
Asia meridional	293	4.061.703	0,01
África subsahariana	14.543	1.910.122	0,76

Fuente: Las cifras del PIB proceden del Banco Mundial (2022b). Nota: Estimación según el escenario central APS.

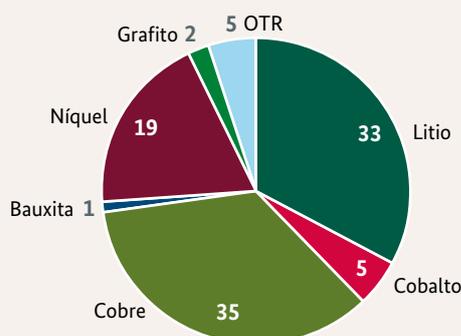
En nuestro escenario central, la mayor parte de los ingresos públicos provendrán del cobre, seguido del litio y el níquel. El litio contribuye cada vez más a los ingresos públicos en escenarios con una transición energética más rápida y precios de los minerales más altos.

Esquema E.S.4: Porcentaje total de ingresos públicos por mineral



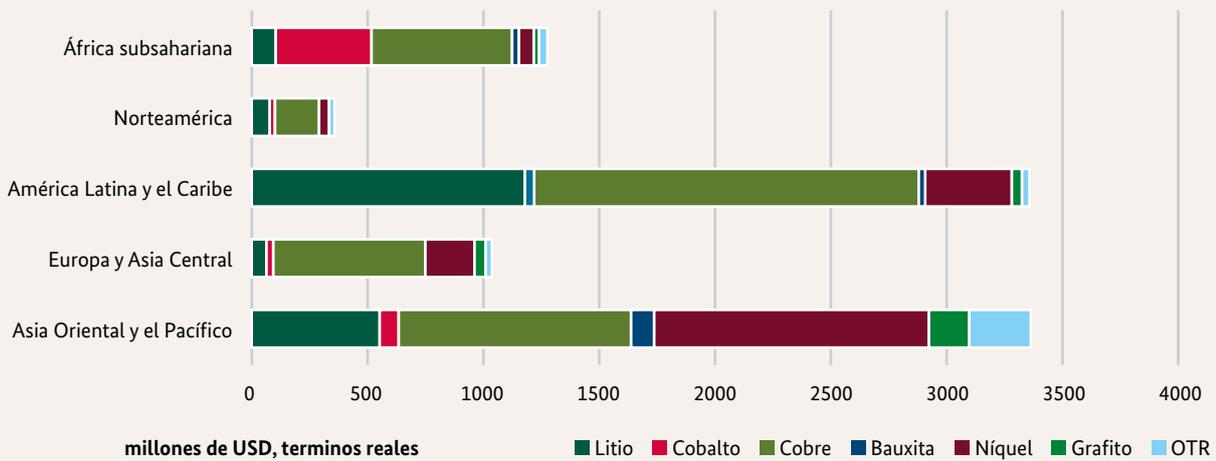
Nota: Estimación según el escenario central APS.

Esquema R.E.5: Porcentaje de ingresos públicos por mineral en transición rápida y precios altos



Nota: Estimación según el escenario alto NZE.

En la mayoría de los escenarios, el cobre es también el principal impulsor de los ingresos en la mayoría de las regiones. En América Latina y el Caribe, el cobre y el litio son los minerales más importantes, y la relevancia del litio aumenta en los escenarios más ambiciosos de cero emisiones netas. Asia Oriental y el Pacífico serán las regiones más beneficiadas por el níquel, seguido del cobre y el litio. Los ingresos procedentes de los óxidos de tierras raras se generarán sobre todo en Asia Oriental y el Pacífico, y solo se proyectarán pequeñas cantidades en otras regiones sobre la base de la producción actual y las reservas conocidas. En el África subsahariana, el cobalto también será un importante motor de los ingresos públicos.

Esquema E.S.6: Ingresos públicos anuales por mineral en regiones determinadas

Nota: Estimación según el escenario central APS.

Repercusiones políticas para los países en vías de desarrollo ricos en recursos

Los gobiernos de los países ricos en recursos deben actuar ahora para maximizar los ingresos potenciales de los minerales de la transición energética. La oportunidad que ofrece la extracción de minerales de la transición energética es significativa para algunos países y regiones, aunque depende en gran medida de diversos factores externos. Existen sólidas pruebas empíricas de que un potencial geológico favorable no basta por sí solo para desarrollar un sector minero que funcione correctamente y aporte beneficios a los gobiernos y a la ciudadanía. Por ello, es importante que los gobiernos de los países en vías de desarrollo ricos en recursos fijen proactivamente el rumbo para crear un entorno político propicio que les permita obtener los máximos beneficios de su dotación de minerales de la transición energética.

Identificamos cuatro áreas clave de desarrollo político a las que los gobiernos de los países que disponen de minerales para la transición energética deberían prestar especial atención:

1. Implementar un régimen fiscal moderno y políticas sólidas de gestión de finanzas públicas.

Los regímenes fiscales para la minería tendrán que fomentar la inversión y, al mismo tiempo, garantizar que el Estado reciba una parte justa de sus recursos naturales. Los gobiernos deberían aprovechar la oportunidad para revisar y mejorar sus regímenes fiscales con el fin de alcanzar sus objetivos específicos para el sector minero y las finanzas públicas, al mismo tiempo reconociendo que no existe un único régimen fiscal “ideal”.

2. Aumentar el atractivo de las inversiones.

El potencial geológico suele ser el factor más importante para las inversiones mineras. La evidencia sugiere que la tributación no es tan importante como otros factores tales como la estabilidad macroeconómica y política, la infraestructura y la mano de obra. Mientras que las reformas significativas en estas áreas pueden tardar años en lograrse, las reformas de gobernabilidad que mejoran la transparencia y la contabilidad podrían promulgarse con relativa rapidez para sentar las bases.

3. Mejorar la comprensión del potencial geológico.

La exploración minera es la parte del ciclo minero más arriesgada desde el punto de vista económico. La recopilación, el almacenamiento y la accesibilidad pública efectiva de los geodatos procedentes de la exploración minera tienen un alto rendimiento, por lo que los gobiernos deberían desarrollar estas áreas. Los gobiernos también deberían prestar especial atención al trato tributario de los costes de exploración a la hora de diseñar el régimen fiscal.

4. Desarrollar un entorno propicio para la extracción sostenible de minerales con especial atención a los aspectos ambientales, sociales y de gobernanza.

Los criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ASG) son el riesgo y la oportunidad número uno para las empresas mineras. Los gobiernos tendrán que competir cada vez más por las inversiones en el sector minero basándose en factores favorables no tradicionales que satisfagan las demandas de consumidores y productores de una mejora de los ASG, como el suministro de energía limpia para reducir la intensidad de carbono de la minería.





Contenido

Prólogo	3
Hallazgos clave	4
Resumen ejecutivo	8
Contenido	14
Lista de esquemas, tablas y recuadros	17
Lista de abreviaciones	21
1. Introducción	22
2. El papel de los minerales críticos en la transición energética	26
3. Visión general del sector minero	32
3.1. La importancia económica del sector minero	32
3.2. Las cadenas de valor de los minerales	32
3.3. La estructura de la actividad minera	34
3.4. El ciclo de vida de un proyecto de minería a gran escala	35
3.5. Implicaciones del ciclo de vida de los proyectos mineros para los ingresos públicos	37
4. Regímenes fiscales en el sector minero	39
4.1. Tipos de régimen fiscal minero	40
4.2. Marco para evaluar los regímenes fiscales mineros	42
4.3. Tributación de la minería artesanal y de pequeña escala	43
4.4. Tasación y medición del régimen fiscal	43

5.	Metodología de estimación del potencial de ingresos públicos	48
6.	Conclusiones sobre el potencial de ingresos	52
6.1.	Potencial global de ingresos	53
6.2.	Diferencias en los niveles de renta por regiones y países	55
6.3.	Estimaciones del potencial de ingresos de cada mineral de transición energética	60
6.4.	Ficha sobre la bauxita	64
6.5.	Ficha sobre el cobalto	66
6.6.	Ficha sobre el cobre	68
6.7.	Ficha sobre el grafito	70
6.8.	Ficha sobre el litio	72
6.9.	Ficha sobre el níquel	74
6.10.	Ficha sobre los elementos de tierras raras (ETR)	76
7.	Estudios de caso ilustrativos de los retos políticos del mundo real	82
7.1.	República Democrática del Congo (cobalto)	82
7.2.	Zambia (cobre)	83
7.3.	Tanzania y Mozambique (grafito)	83
7.4.	Chile y Argentina (litio)	84
7.5.	Filipinas (níquel)	85
7.6.	Vietnam (ETR)	85
7.7.	Boliva (litio)	86
7.8.	Chile y Perú (cobre)	86
7.9.	Guinea (bauxita)	87
7.10.	Madagascar (grafito)	88
7.11.	Indonesia (bauxita)	88
7.12.	Indonesia (níquel)	90

8.	Implicaciones políticas para los países en vías de desarrollo ricos en recursos	94
8.1.	Implementar un régimen fiscal moderno y políticas sólidas de gestión de las finanzas públicas	96
8.2.	Aumentar el atractivo de las inversiones	96
8.3.	Mejorar la comprensión del potencial geológico	98
8.4.	Desarrollar un entorno propicio para la extracción sostenible de minerales con especial atención a los aspectos ASG	99
	Bibliografía	100
	Anexo A. Regímenes fiscales en el sector minero	110
A.1.	Prácticas actuales en materia de fiscalidad minera	110
A.1.1.	Regalías	110
A.1.2.	Impuesto sobre sociedades (CIT)	111
A.1.3.	Retenciones fiscales	112
A.1.4.	Impuestos sobre la renta de los recursos	113
A.1.5.	Participación estatal	114
A.2.	Cuestiones transversales en la fiscalidad minera	115
A.2.1.	Incentivos fiscales	115
A.2.2.	Elusión fiscal internacional	116
	Anexo B. Metodología de estimación del potencial de ingresos públicos	117
B.1.	Estimación de la producción minera	117
B.2.	Proyecciones de los precios de los minerales	123
B.3.	Beneficios estimados previos a impuestos de las empresas mineras	124
B.4.	Supuestos de la recaudación fiscal	126
B.5.	Limitaciones metodológicas	130

List of esquemas, tablas y cuadros

List of esquemas

Esquema R.E.1: Ingresos públicos adicionales anuales por escenario	9
Esquema R.E.2: Porcentaje total de ingresos públicos por región	9
Esquema R.E.3: Porcentaje de ingresos públicos totales por grupo de renta	9
Esquema R.E.4: Porcentaje total de ingresos públicos por mineral	10
Esquema R.E.5: Porcentaje de ingresos públicos por mineral en transición rápida y precios altos	10
Esquema R.E.6: Ingresos públicos anuales por mineral en regiones determinadas	11
Esquema 2.1: Materiales críticos para la transición a una economía baja en carbono por tipo de tecnología	27
Esquema 2.2: Intensidad material de las tecnologías de transporte y generación de energía	28
Esquema 3.1: La cadena de valor del cobre	33
Esquema 3.2: Eslabones de la cadena de valor mundial	33
Esquema 3.3: Fases de un proyecto minero a gran escala	35
Esquema 3.4: Costes e ingresos de los proyectos mineros durante las distintas fases de producción	37
Esquema 4.1: Estimaciones de la recaudación tributaria en la minería	44
Esquema 4.2: Estimaciones de las tasas efectivas de impuestos y regalías en la minería	45
Esquema 6.1: Promedio anual de ingresos brutos por escenario	53
Esquema 6.2: Promedio anual de ingresos públicos por escenario	53
Esquema 6.3: Ingresos públicos anuales por escenario	54
Esquema 6.4: Porcentaje de ingresos brutos por región	54
Esquema 6.5: Porcentaje de ingresos brutos por región ajustado al PIB regional	55
Esquema 6.6: Porcentaje de ingresos brutos por grupo de renta del país	56
Esquema 6.7: Porcentaje anual de ingresos brutos como porcentaje del PIB en 2021 por grupo de renta del país	56
Esquema 6.8: Ingresos brutos anuales por regiones determinadas	57
Esquema 6.9: Porcentaje total de ingresos públicos por región	58
Esquema 6.10: Porcentaje de ingresos públicos totales por grupo de renta	58
Esquema 6.11: Total de beneficios estimados previos a impuestos e ingresos públicos en las regiones y grupos de renta para los países determinados	58
Esquema 6.12: Porcentaje total de ingresos públicos por mineral	59
Esquema 6.13: Porcentaje de ingresos públicos por mineral en transición rápida y precios altos	59

Esquema 6.14: Ingresos públicos por mineral en diferentes regiones según STEPS (central)	60
Esquema 6.15: Ingresos públicos por mineral en diferentes regiones según APS (central)	60
Esquema 6.16: Ingresos públicos por mineral en diferentes regiones según NZE/SDS (alto)	60
Esquema 7.1: El triángulo del litio	84
Esquema 7.2: Proporción de las importaciones chinas de bauxita por origen	89
Esquema 8.1: Características que hacen a los países atractivos para la IED	97
Esquema A.1: Prácticas actuales en materia de regalías mineras	110
Esquema A.2: Evaluación de los distintos tipos de regalías	111
Esquema A.3: Tasas del impuesto sobre sociedades y deducciones permitidas en países mineros determinados	112
Esquema A.4: Evaluación del impuesto sobre la renta	112
Esquema A.5: Evaluación de las retenciones fiscales	113
Esquema A.6: Evaluación del impuesto sobre la renta de los recursos	113
Esquema A.7: Evaluación de la participación estatal	114
Esquema A.8: Prevalencia de los incentivos fiscales en la minería	115
Esquema B.1: Presentación de los escenarios de demanda de cobalto	118
Esquema B.2: Escenarios de demanda para los minerales de la transición energética determinados	119
Esquema B.3: Contribución de la oferta secundaria a la demanda de minerales según STEPS	120
Esquema B.4: Contribución de la oferta secundaria a la demanda de minerales según APS	120
Esquema B.5: Contribución de la oferta secundaria a la demanda de minerales según NZE/SDS	120
Esquema B.6: Demanda neta de la minería para cada mineral de la transición energética determinado según STEPS, APS y NZE/SDS	121
Esquema B.7: Países con importantes reservas y producción de minerales de la transición energética e ingresos brutos superiores a 1 000 millones de dólares según STEPS	122
Esquema B.8: Índice histórico de precios de metales y minerales	123
Esquema B.9: Distribución de la media a 10 años de los márgenes de ingresos antes de impuestos y de explotación de las empresas mineras	125
Esquema B.10: Márgenes de rentabilidad de las empresas mineras y precios de los minerales	125
Esquema B.11: Precios de los metales y minerales y rentabilidad del sector minero, 2012-2021 (2012=100)	125
Esquema B.12: <i>Ad valorem</i> con impuesto variable según el precio – el caso de la regalía del cobre en Zambia	128
Esquema B.13: Regalía <i>ad valorem</i> con tasa impositiva que varía en función de los beneficios de explotación – el caso de Sudáfrica	128
Esquema B.14: Tasas efectivas de regalías Perú y Chile	128

Lista de tablas

Tabla R.E.1: Promedio anual de ingresos brutos en porcentaje del PIB por región	10
Tabla 6.1: Promedio anual de ingresos brutos por escenario	53
Tabla 6.2: Promedio anual de ingresos públicos por escenario	53
Tabla 6.3: Ingresos brutos anuales medios por región en porcentaje del PIB	56
Tabla B.1: Supuestos de precios a largo plazo para cada mineral	124
Tabla B.2: Regalías <i>ad valorem</i> con tasas fijas para los países determinados con reservas confirmadas de minerales de la transición energética	127
Tabla B.3: Regalías basadas en los beneficios de explotación	128
Tabla B.4: Tasas del impuesto sobre sociedades para los productores determinados y los países objeto de estudio	129
Tabla B.5: Participación estatal en la producción de minerales de la transición energética	130

Lista de recuadros

Recuadro 4.1: Instrumentos fiscales utilizados en la minería	41
Recuadro 4.2: Marco para evaluar los instrumentos y regímenes fiscales de la minería	42
Recuadro 5.1: Pasos para estimar el potencial de ingresos de los minerales de la transición energética	48



Lista de abreviaciones

AETR	Tasa impositiva media efectiva
AIE	Agencia Internacional de la Energía
APS	Escenario de promesas anunciadas
ASG	Criterios ambientales, sociales y de gobernanza
BEPS	Erosión de la base imponible y traslado de beneficios
CE	Comisión Europea
CDI	Convenio de doble imposición
CIT	Impuesto sobre sociedades
CSP	Energía solar concentrada
DEL	Extracción directa de litio
EMN	Empresas multinacionales
ETR	Elementos de tierras raras
GEI	Gases de efecto invernadero
HPAL	Lixiviación ácida de alta presión
ICMM	Consejo Internacional de Minería y Metales
IED	Inversión extranjera directa
IVA	Impuesto al valor agregado
MAPE	Minería artesanal y de pequeña escala
MGE	Minería a gran escala
MHP	Precipitado mixto de hidróxido
MW	Megavatio
NZE	Escenario de Cero Emisiones Netas
OTR	Óxidos de tierras raras
PBIT	Rentabilidad antes de impuestos, depreciaciones y regalías
PIB	Producto interior bruto
PMD	Países menos desarrollados
RDC	República Democrática del Congo
SDS	Escenario de desarrollo sostenible
STEPS	Escenario de políticas declaradas
VE	Vehículo eléctrico

1. Introducción

Para descarbonizar la economía mundial y el sector energético se requiere un despliegue sin precedentes de tecnologías energéticas limpias en las próximas tres décadas. Para ello se necesitarán grandes cantidades de minerales esenciales – los llamados “minerales de la transición energética” –, ya que las tecnologías de energías renovables, los vehículos eléctricos y las baterías requieren muchos más minerales que sus alternativas a base de combustibles fósiles. Los futuros ingresos públicos que los países ricos en recursos podrían obtener de la extracción de minerales de la transición energética son muy inciertos, ya que influirán diversos factores externos en la demanda de minerales y en sus precios.

Actualmente se carece de datos fiables y completos que ayuden a los legisladores de los países ricos en recursos a maximizar las oportunidades y minimizar los riesgos de la transición energética. La previsión de ingresos y la modelización financiera pueden utilizarse como herramienta práctica para ayudar a los legisladores y a otras partes clave interesadas a comprender el potencial de ingresos de los minerales de la transición energética, así como las repercusiones de las incertidumbres inherentes a los precios de los minerales, los costes y volúmenes de producción. También puede ayudar a los legisladores a comprender cómo influyen en el potencial de ingresos los distintos diseños de regímenes fiscales y políticas de apoyo no fiscales, como el suministro de energía, las normativas medioambientales y la promoción de actividades de valor agregado.

Este informe pretende ofrecer una visión general del potencial de ingresos públicos de una selección de minerales de la transición energética: bauxita (utilizada en el aluminio), cobalto, cobre, grafito, litio, níquel y óxidos de tierras raras (OTR) como el disprosio, el neodimio y el praseodimio. Para cada mineral se ofrece una visión general de su papel en la transición energética, las previsiones de demanda basadas en las vías previstas hacia las cero emisiones netas, y las previsiones de precios de los analistas del mercado y las empresas mineras. A continuación, elaboramos unas estimaciones iniciales del potencial de ingresos a escala mundial, basadas en diferentes hipótesis y escenarios sobre la rentabilidad de los operadores mineros y la cantidad de ingresos que los gobiernos podrían recaudar a través de impuestos y regalías. Estas estimaciones se presentan a escala mundial y regional y para cada mineral en formato de ficha informativa en la [sección 6](#) del informe.

Para situar estas estimaciones de ingresos en su contexto, también ofrecemos una investigación a fondo de alto nivel sobre el papel de los minerales críticos en la transición energética (*sección 2*), una visión general del sector minero, su estructura y su ciclo de inversión (*sección 3*), un resumen de los regímenes fiscales utilizados en el sector minero (*section 4*, con más detalles en el *Anexo A*), y la metodología utilizada para elaborar las estimaciones del potencial de ingresos (*sección 5*, con más detalles en el *Anexo B*). Por último, exponemos las implicaciones políticas para los países en vías de desarrollo ricos en recursos (*section 7*) y proporcionamos 12 estudios de caso de países que ponen a prueba algunos de los retos comunes a los que se enfrentan los gobiernos en el desarrollo de sus minerales de la transición energética (*sección 8*), para luego ofrecer algunas observaciones finales (*sección 9*).





2. El papel de los minerales críticos en la transición energética

En este capítulo se explica por qué será necesario aumentar la producción de minerales críticos para satisfacer las necesidades materiales de las tecnologías energéticas limpias. En este capítulo:

- explicamos cómo la mayor intensidad material de las tecnologías con bajas emisiones de carbono conduce a una mayor demanda de minerales,
- presentamos las principales tecnologías con bajas emisiones de carbono que requieren importantes aportes de minerales,
- identificamos los diferentes minerales esenciales para la transición energética, y
- exponemos por qué será necesario aumentar las actividades mineras para satisfacer la nueva demanda de minerales.

Concluimos que será necesario un gran aumento de la producción minera para satisfacer la demanda de materiales de las tecnologías energéticas limpias en las próximas décadas, y que esto supondrá incorporar a la producción muchas minas nuevas, además de las que ya están en funcionamiento o en construcción.

Desde que se firmó el Acuerdo de París en 2015, muchos países y empresas han asumido compromisos de gran alcance para reducir drásticamente sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La transición a una economía de cero emisiones netas y el consiguiente deseo de vehículos eléctricos (VE), turbinas eólicas, paneles solares y nuevas conexiones eléctricas requerirán enormes cantidades de minerales (AIE, 2021; Banco Mundial, 2017). Estos denominados “minerales de la transición energética” incluyen algunos materiales que ya se producen a gran escala en la actualidad, como el aluminio, el cobre, el níquel y el acero. Pero también incluyen materias primas que han tenido relativamente pocas aplicaciones y una demanda limitada en el pasado, como el litio y el cobalto para las baterías, y elementos de tierras raras como el disprosio, el neodimio y el praseodimio para imanes permanentes utilizados tanto en la generación de energía eólica como en los VE. Otras materias primas, como el acero y el aluminio, desempeñarán un papel fundamental en la construcción de infraestructuras adicionales para las tecnologías de energías limpias y los VE (*Esquema 2.1*).

Esquema 2.1: Materiales críticos para la transición a una economía baja en carbono por tipo de tecnología



Bajo a nulo ← ● ● ● → Alto

* se incluye el almacenamiento de energía

Fuente: McKinsey & Company (2022).

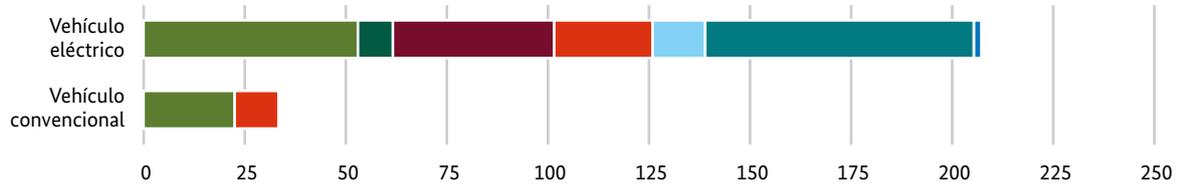
Esta demanda de minerales se debe sobre todo a la mayor necesidad de materiales de las tecnologías de energías renovables en comparación con la generación de energía y el transporte a base de combustibles fósiles (Born, 2022; Hund et al., 2020).

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) considera que la producción de un vehículo eléctrico requiere aproximadamente seis veces más minerales que la de un vehículo con motor de combustión interna (AIE, 2021). Las necesidades materiales para la generación de energía limpia son aún mayores: por cada megavatio (MW) de electricidad producida, la energía eólica marina requiere nueve veces más minerales que el gas natural y ocho veces más que el carbón (Esquema 2.2).

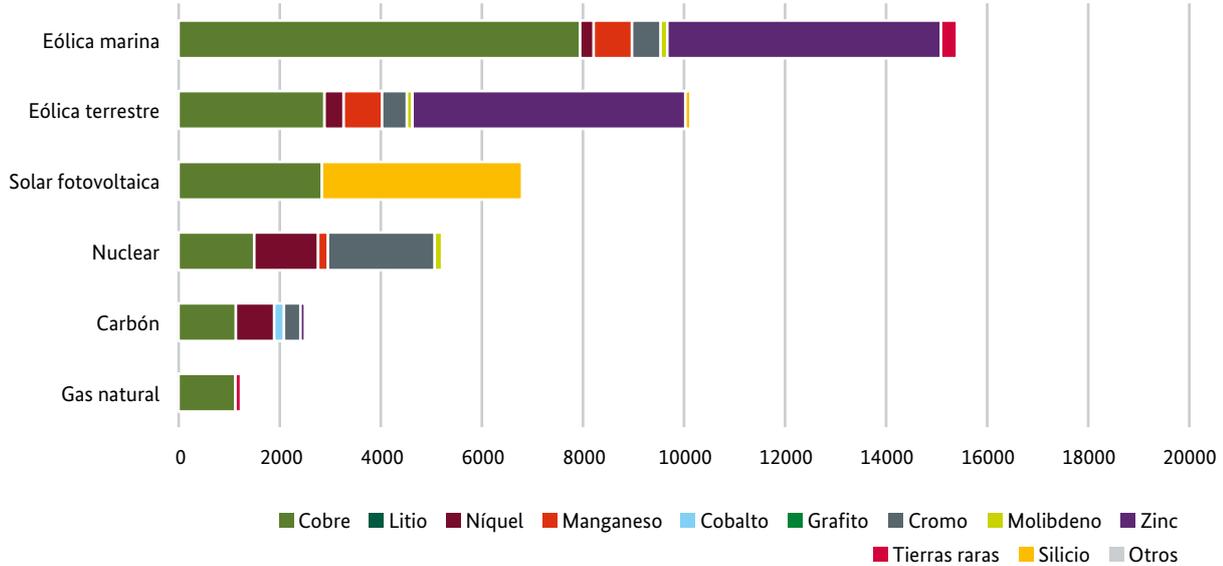
Esquema 2.2: Intensidad material de las tecnologías de transporte y generación de energía

MINERALES UTILIZADOS EN TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS LIMPIAS DETERMINADAS

Transporte (kg/vehículo)



Generación de energía (kg/MW)



Notas: kg = kilogramo, MW = megavatio. No se incluyen el acero ni el aluminio.
Fuente: AIE (2021)

La producción de minerales para la transición energética tendrá que aumentar rápida y significativamente para satisfacer la demanda de materiales de las tecnologías energéticas limpias. Un informe del Grupo del Banco Mundial de 2017 concluye que la producción de minerales como el grafito, el litio y el cobalto tendría que quintuplicar prácticamente los niveles actuales de aquí a 2050 para satisfacer la creciente demanda de tecnologías energéticas limpias. Estima que se necesitarán más de tres mil millones de toneladas de minerales y metales para desplegar la energía eólica, solar y geotérmica, así como el almacenamiento de energía necesario para lograr un futuro “por debajo de los 2 °C” (Banco Mundial, 2017). Del mismo modo, la AIE prevé que las necesidades de minerales para las tecnologías de energía limpia tendrían que cuadruplicarse de aquí a 2040 para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París sobre la base de las políticas declaradas de los gobiernos (el “escenario de políticas declaradas”, o “STEPS”). Una transición más rápida hacia cero emisiones netas en 2050 (NZE) requeriría seis veces más minerales en 2040 que en la actualidad.

La Comisión Europea (CE) llega a una conclusión similar a la del Banco Mundial y la AIE. Cada tres años, la CE publica una lista de materias primas críticas para su economía (Comisión Europea, 2020). La lista no solo incluye los materiales necesarios para la transición a una economía descarbonizada, sino que la mayoría de los materiales de la lista se verán afectados por la transición energética. El informe indica que, en comparación con el consumo actual de toda la economía de la UE, solo para las soluciones de energías renovables y la movilidad eléctrica se necesitarían hasta 18 veces más litio y cinco veces más cobalto en 2030, y casi 60 veces más litio y 15 veces más cobalto en 2050. La demanda de elementos de tierras raras utilizados en imanes permanentes para VE o generadores eólicos podría aumentar diez veces.

Parte del aumento de la demanda de minerales de la transición energética podría satisfacerse aumentando las tasas de extracción y reciclaje de metales al final de la vida útil de los productos. Sin embargo, estudios recientes de la Comisión Europea y la Universidad KU Leuven de Bélgica han descubierto que solo una pequeña parte de la demanda en rápido aumento puede satisfacerse incrementando los esfuerzos de reciclaje (Blagoeva et al., 2018; Gregoir y van Acker, 2022). Las industrias de reciclaje ya bien establecidas para materiales como el cobre, el acero y el aluminio alcanzan actualmente tasas de reciclaje al final de la vida útil de entre el 30% y el 60%. Pero en el caso de varios minerales importantes de la transición energética, como el litio y los elementos de tierras raras, la tasa es actualmente inferior al 1% (Born, 2022; Gregoir y van Acker, 2022).

Actualmente se están llevando a cabo más actividades de innovación para desarrollar nuevas tecnologías con bajas emisiones de carbono que requieran menos materias primas que las aplicaciones actuales. Se han logrado algunos éxitos en la racionalización de los insumos minerales para las baterías de los vehículos eléctricos, y es probable que estas baterías y otras tecnologías con bajas emisiones de carbono necesiten menos materias primas en el futuro que en la actualidad. Pero esto solo conllevaría cambios incrementales en la demanda de minerales, ya que muchas de las posibles tecnologías de vanguardia que reducirían significativamente las necesidades de minerales muestran actualmente bajos niveles de disposición tecnológica. Por lo tanto, actualmente no es concebible que incluso los avances simultáneos en el reciclaje y el aumento de la innovación tecnológica reduzcan significativamente la necesidad de extracción de minerales primarios en las próximas dos décadas. Será necesario un gran aumento de la producción a partir de fuentes primarias en un futuro previsible, incluida la puesta en producción de muchas minas nuevas además de aquellas ya operativas o en construcción.





3. Visión general del sector minero

Este capítulo ofrece una visión general del funcionamiento del sector minero y de su papel en la economía mundial. En este capítulo:

- damos una visión general de la dinámica económica del sector minero,
- explicamos por qué la minería es una actividad económica importante y cómo se integra el sector en las cadenas de valor mundiales,
- presentamos la estructura de las actividades de extracción de minerales, incluida la diferencia entre la minería a gran escala y la minería artesanal y de pequeña escala, y
- exponemos las cuatro fases del ciclo de vida de un proyecto minero a gran escala y sus implicaciones para la generación de ingresos públicos.

Concluimos que las características especiales del sector minero requieren un régimen tributario bien diseñado que equilibre la necesidad de los inversores del sector privado de rentabilizar su inversión con la necesidad de los gobiernos de compartir equitativamente el valor financiero de sus recursos naturales finitos.

3.1. La importancia económica del sector minero

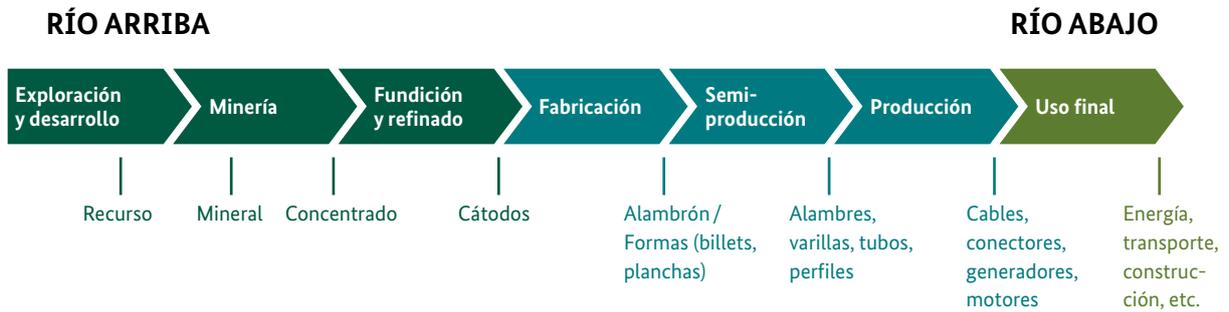
A lo largo del siglo XX se produjo un cambio y, por primera vez en la historia de la humanidad, los recursos obtenidos de la explotación de una reserva mineral considerable pero finita pasaron a ser más importantes que la biomasa renovable (Krausmann et al., 2018). Con la creciente innovación tecnológica se ha producido una continua evolución y expansión de los minerales que consumimos y de la gama de usos que se les da (Highley, Chapman y Bonel, 2004). En consecuencia, la extracción de reservas finitas de minerales del subsuelo se ha convertido en uno de los elementos clave para el funcionamiento de las cadenas de valor mundiales avanzadas.

Hoy en día, el sector minero desempeña un papel importante en las economías de muchos países ricos en recursos. Representa al menos el 20% de las exportaciones totales y el 20% de los ingresos públicos en 29 países de ingresos bajos y medio-bajos. En ocho de esos países, la producción del sector minero representó más del 90% de las exportaciones totales y el 60% de los ingresos públicos totales (Halland, Lokanc y Nair, 2015; ICMM 2018). Las actividades mineras también son un motor clave de la inversión extranjera directa (IED) en muchos países ricos en recursos, y los países menos desarrollados (PMD) dependen especialmente de los flujos de IED asociados a la extracción de minerales (UNCTAD, 2021).

3.2. Las cadenas de valor de los minerales

La extracción de minerales es el primero de muchos pasos en la obtención de productos complejos que impulsan la economía mundial. La minería se sitúa en una etapa “previa” a las cadenas de valor mundiales. Una vez extraída la materia prima, esta se procesa y beneficia antes de su fabricación y transformación en productos acabados, que luego se venden en una etapa “posterior” a los consumidores finales (*Esquema 3.1*).

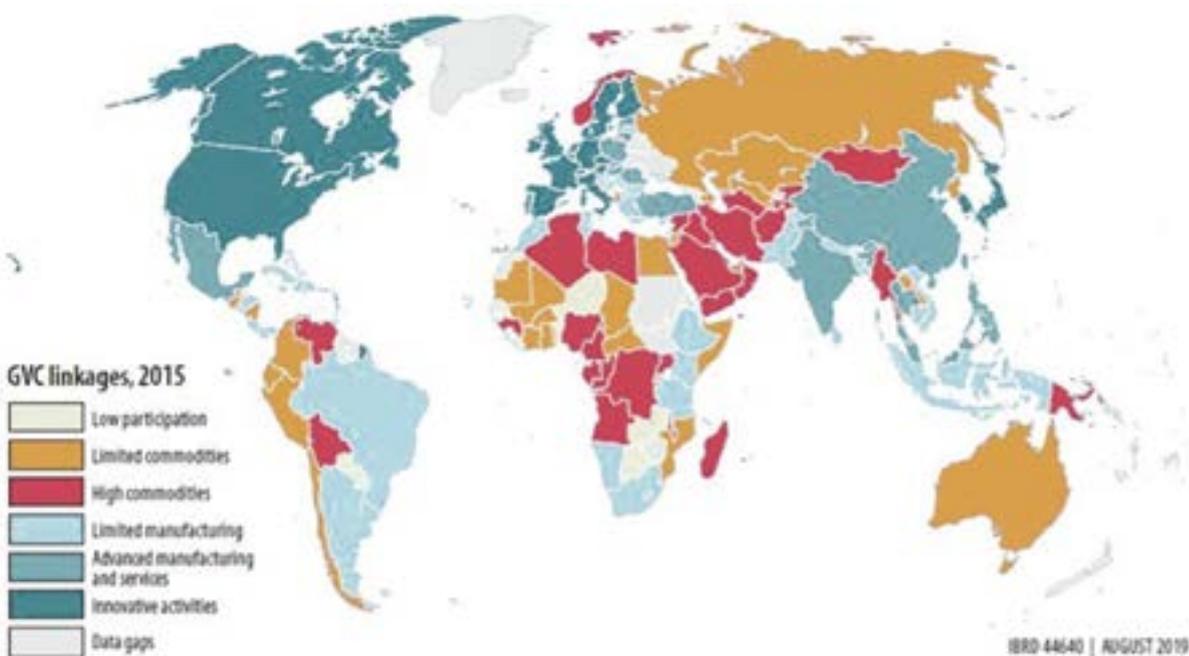
Esquema 3.1: La cadena de valor del cobre



Fuente: Adaptado de Langner (2015).

Debido a la naturaleza altamente globalizada de las cadenas de valor actuales, las actividades de extracción, producción y venta no se llevan a cabo necesariamente en el mismo país, y los bienes derivados de las materias primas extraídas a menudo han cambiado de propietario varias veces antes de llegar al consumidor final. El sector minero “río arriba” se sitúa necesariamente en regiones ricas en recursos donde las condiciones geológicas permiten la extracción de las materias primas. Los sectores mineros “intermedios” y “río abajo” no tienen por qué ubicarse muy cerca geográficamente de sus fuentes de materias primas, ya que la proximidad a estas es solo uno de los muchos elementos que determinan la ventaja comparativa de los sectores de transformación y fabricación (Korinek, 2020). Por lo tanto, a pesar de producir una gran cantidad de las materias primas extraídas en etapas “río arriba”, muchos países menos desarrollados ricos en recursos participan relativamente poco en las fases intermedias y río abajo de la cadena de valor y siguen dependiendo de las exportaciones de materias primas (Esquema 3.2).

Esquema 3.2: Eslabones de la cadena de valor mundial



Fuente: Banco Mundial (2019) – Equipo del WDR 2020, basado en la taxonomía de las CVM para 2015.

3.3. La estructura de la actividad minera

Las actividades mineras pueden desarrollarse a diferentes escalas. Por lo general, las actividades de explotación se clasifican como “a gran escala” o “artesanales y de pequeña escala”. En esta sección se analizan las características de cada escala de explotación y cómo esta influye en la capacidad de los gobiernos para recaudar ingresos de la actividad minera.

3.3.1. La minería a gran escala

La minería a gran escala (MGE) representa la mayor parte de la explotación de minerales y de los ingresos públicos procedentes de la minería en todo el mundo. La MGE es una actividad económica formal que proporciona relativamente pocas oportunidades de empleo local, pero comparativamente bien remuneradas.

La MGE es un sector mundialmente competitivo, muy productivo desde el punto de vista económico y caracterizado por altas exigencias de capital inicial y el uso de tecnología minera moderna. En consecuencia, el sector está dominado por grandes empresas multinacionales (EMN) con cadenas de valor a menudo integradas verticalmente y propiedad intelectual especializada (Halland, Lokanc y Nair, 2015). Según una encuesta reciente realizada por la CNUCYD, el 70% de las empresas mineras a gran escala son EMN que dependen de la IED para poder realizar actividades de exploración y extracción en todo el mundo (Formenti y Casella, 2019).

La MGE representa la mejor oportunidad para que los gobiernos obtengan ingresos de las actividades mineras y creen puestos de trabajo cualificados en el sector minero. Sin embargo, la naturaleza globalizada y la integración vertical de muchas empresas presentan un conjunto único de desafíos para la capacidad de los países ricos en recursos de recaudar ingresos fiscales de las actividades mineras.⁷ En consecuencia, a pesar del potencial de los gobiernos para obtener ingresos fiscales significativos de las actividades de la MGE, el diseño del régimen fiscal de un país y su capacidad de aplicación tienen un impacto en los ingresos que obtiene del sector de la MGE más allá del potencial geológico que este posea.

3.3.2. Minería artesanal y de pequeña escala

Las actividades mineras artesanales y de pequeña escala (MAPE) ocupan un espectro que va desde las pequeñas actividades mineras informales de subsistencia con equipos rudimentarios hasta las pequeñas actividades mineras formales y organizadas realizadas con maquinaria. No existe una definición universalmente aceptada de la MAPE, pero en términos generales se entiende como las actividades mineras intensivas en mano de obra y relativamente carentes de capital, maquinaria y tecnología en comparación con la MGE (CIF e ICMM, 2010).

Se cree que la MAPE representa entre el 15% y 20% de la producción mundial de minerales no combustibles. A pesar de sus niveles de productividad significativamente más bajos en comparación con la MGE, la MAPE ha experimentado un crecimiento explosivo en los últimos años, impulsado por el aumento del valor de los precios de los minerales y las crecientes presiones sobre las poblaciones rurales de los países en vías de desarrollo que se ganan la vida con la agricultura y otras actividades rurales. Se estima que 40,5 millones de personas se dedicaban directamente a la MAPE en 2017, frente a 30 millones en 2014, 13 millones en 1999 y 6 millones en 1993. Esto se compara con solo 7 millones de personas que trabajaban en la minería industrial en 2013 (IGF, 2017).

⁷ Concretamente, las EMN disponen de muchas más oportunidades para explotar las brechas y los desajustes entre los sistemas fiscales de los distintos países en que las empresas que no operan a escala transnacional. Es lo que se conoce como erosión de la base imponible y traslado de beneficios (BEPS – Base Erosion and Profit Shifting). Los países en vías de desarrollo ricos en recursos, que dependen en mayor medida del impuesto sobre sociedades y a menudo tienen una menor capacidad para hacer cumplir la legislación fiscal, sufren BEPS de forma desproporcionada (OCDE, 2022). Para más información sobre este tema, véase la [sección A.2.2 del anexo A](#).

Además, al menos el 70% de las actividades de la MAPE se llevan a cabo de manera informal (IGF, 2017). La informalidad generalizada de las actividades de la MAPE conlleva bajos niveles de supervisión reguladora, lo que tiene repercusiones socioeconómicas y sanitarias negativas para las personas que se dedican a este sector. La naturaleza informal del sector también tiene un impacto desproporcionado en la capacidad de los gobiernos para gravar su producción. Esto significa que, a pesar de su crecimiento, en un futuro previsible la MAPE solo contribuirá de forma limitada a los ingresos públicos de los países ricos en recursos procedentes de las actividades mineras. Por lo tanto, la siguiente sección se centra exclusivamente en la dinámica de los proyectos de minería a gran escala.

3.4. El ciclo de vida de un proyecto de minería a gran escala

Los proyectos de MGE difieren de muchas otras actividades económicas. La extracción de minerales es la actividad consistente en recuperar y procesar recursos finitos de un yacimiento geológicamente predefinido. En casi todos los países, los yacimientos minerales subterráneos son propiedad del Estado. Por consiguiente, los gobiernos obtienen ingresos de la minería a través de la rentabilidad de un yacimiento de su propiedad. Las empresas mineras no son propietarias del yacimiento, sino que lo extraen y venden por cuenta del Estado. Para que esta actividad resulte rentable para las empresas privadas, estas exigen una parte de la rentabilidad que produce un proyecto.

Otra diferencia clave entre los proyectos mineros y otras actividades económicas es el hecho de que la exploración minera implica altos niveles de incertidumbre geológica, grandes inversiones iniciales de capital y largos periodos de exploración y desarrollo del proyecto. La elevada volatilidad de los precios de los minerales y la imprevisibilidad de los costes durante la larga vida útil de los proyectos generan importantes riesgos adicionales (Halland, Lokanc y Nair, 2015).

El desarrollo y la operación de un proyecto minero pueden dividirse en cuatro fases distintas (Esquema 3.3). Cabe señalar que muchos proyectos mineros no experimentan una secuencia lineal e integral de las cuatro fases, ya que a menudo cambian de manos entre distintas empresas a lo largo de su ciclo de vida y las fluctuaciones del precio de los recursos pueden provocar la interrupción temporal o permanente de las operaciones. Además, los proyectos pueden ampliarse a yacimientos adyacentes o pasar de un método minero a otro, por ejemplo, de la minería a tajo abierto a la minería subterránea.

Esquema 3.3: Fases de un proyecto minero a gran escala



Fuente: NRG (2015).

3.4.1. Exploración

El proceso de extracción de minerales comienza con la exploración. Las empresas o los gobiernos suelen realizar inicialmente estudios aéreos y mapeos, así como análisis sísmicos para conocer la composición química y la densidad de un posible yacimiento mineral. Si esta información inicial es prometedora, se llevan a cabo más actividades de exploración, normalmente perforación y extracción de testigos para obtener más certeza sobre el tamaño y la calidad de un yacimiento. Este proceso suele durar varios años, a veces décadas, y puede ser muy costoso. La mayoría de los proyectos no superan la fase de exploración.

3.4.2. Desarrollo

Una vez se ha demostrado la existencia de un yacimiento mineral de interés, la empresa debe tener en cuenta una serie de factores para evaluar si la explotación del yacimiento es económicamente viable. Esto se suele hacer mediante una serie de estudios de viabilidad, que evalúan los potenciales costes e ingresos de explotar el yacimiento y transportar el producto hasta su punto de venta. Tras considerar que el yacimiento es viable desde el punto de vista comercial, la empresa minera tratará de obtener la licencia pertinente del gobierno para explotar y vender los minerales.

Cuando se hayan concedido todas las licencias pertinentes, la empresa empezará a construir la infraestructura necesaria para iniciar la producción. Esta fase es la que requiere más capital. También es la más intensiva en mano de obra, ya que crea muchos puestos de trabajo en la construcción, aunque solo durante unos meses o años. Desde el descubrimiento de un yacimiento hasta la finalización de la fase de explotación transcurre una media de 14 años (AIE, 2021).

3.4.3. Producción

Una vez finalizada la construcción, comienza la fase de producción. Durante esta fase, la empresa extrae del suelo el material rico en minerales antes de separarlo y procesarlo. A continuación, el material se transporta al punto de venta para su posterior procesamiento. La duración de esta fase depende en gran medida del tamaño y las características del yacimiento mineral, pero puede durar hasta 100 años, dependiendo de la materia prima (NRGI, 2015; Statista, 2022). Los costes de capital descienden a un nivel sostenible y los costes de explotación de las actividades de extracción y procesamiento pasan a ser los mayores costes. Solo durante la fase de producción la empresa genera ingresos que sirven para pagar todos los costes de capital y de explotación incurridos a lo largo de las cuatro fases del proyecto. Esta fase también crea puestos de trabajo bien remunerados, aunque relativamente pocos en comparación con las actividades industriales de otros sectores.

3.4.4. Cierre y rehabilitación

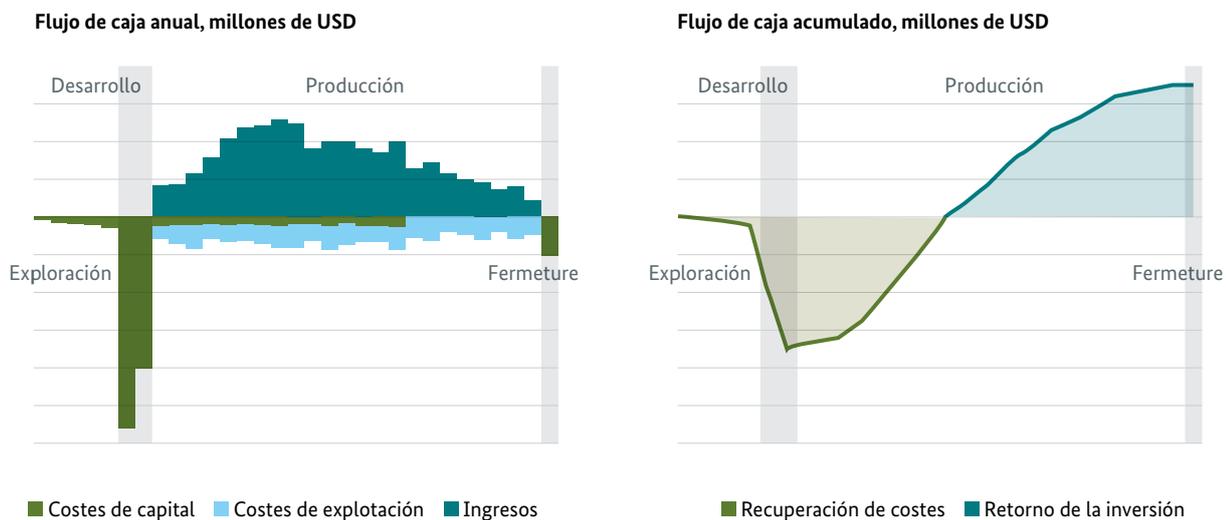
Una vez explotados todos los yacimientos que pueden extraerse de forma rentable, el operador tiene la responsabilidad legal, en la mayoría de los países, de cerrar la mina de forma segura y rehabilitar el terreno afectado por sus operaciones. En la parte inicial de esta fase, la empresa debe clausurar y asegurar todas las zonas de su explotación, incluida la recogida de las grandes cantidades de residuos y escombreras que suelen generar las operaciones mineras. Luego, la empresa deberá devolver el terreno afectado por sus operaciones a su estado original antes del inicio de las operaciones mineras o reutilizar dicho terreno para otras actividades económicamente productivas.

Los costes de llevar a cabo la fase final de las operaciones pueden ser muy elevados, ya que ni genera beneficios para la empresa ni el capital invertido durante esta fase genera oportunidades de beneficios futuros. Como resultado, ha habido muchos casos en los que las empresas no han cerrado y rehabilitado adecuadamente una mina. En consecuencia, para garantizar el éxito de esta fase es fundamental una legislación gubernamental que imponga una gestión adecuada de las responsabilidades creadas por las empresas mineras, como exigir contribuciones financieras a un fondo de desmantelamiento delimitado durante la producción.

3.5. Implicaciones del ciclo de vida de los proyectos mineros para los ingresos públicos

Las particularidades del ciclo de vida de los proyectos mineros tienen importantes implicaciones para la generación de ingresos públicos procedentes de la extracción de minerales. La intensidad de capital y la falta de ingresos durante la fase de exploración y desarrollo hacen que el desembolso inicial de costes solo se recupere totalmente años o incluso décadas después del inicio de la fase de producción (Esquema 3.4). La mayoría de los regímenes fiscales permiten recuperar los costes del gasto de capital antes de que empiecen a aplicarse plenamente los impuestos con mayor potencial de ingresos públicos, como el impuesto sobre sociedades. Esto provoca un importante desfase temporal entre el inicio de la producción y el pleno beneficio fiscal de la extracción de minerales para los gobiernos.

Esquema 3.4: Costes e ingresos de los proyectos mineros durante las distintas fases de producción



Fuente: Representación ilustrativa basada en la investigación de los autores.

Asimismo, el carácter agotable y no renovable de los recursos minerales supone nuevos retos para los gobiernos. En efecto, les plantea interrogantes complejas sobre la mejor manera de gestionar las tasas de extracción en diferentes entornos de precios, ya que cada unidad de un mineral que se extrae y vende actualmente podría reportar mayores o menores ingresos públicos en el futuro. También dificulta las decisiones sobre cómo asignar los ingresos procedentes de los recursos para diferentes usos, como la inversión, el consumo y el ahorro externo, en comparación con otras actividades económicas que no dependen de recursos naturales no renovables (Halland, Lokanc y Nair, 2015).

Para superar los retos que plantean las características especiales de los proyectos mineros y el carácter no renovable de los recursos minerales, es crucial contar con regímenes fiscales bien diseñados que capten la máxima cantidad de ingresos económicos para los gobiernos y, al mismo tiempo, mantengan el atractivo de un país para las empresas mineras sofisticadas con la experiencia y la tecnología adecuadas, si los gobiernos quieren obtener ingresos públicos significativos de las actividades mineras. Por ello, en la siguiente sección se analizan con más detalle los regímenes fiscales en el sector minero.



4. Regímenes fiscales en el sector minero

Este capítulo pretende ofrecer una visión general de los regímenes fiscales en el sector minero y de cómo evaluarlos desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa. En este capítulo:

- Exponemos los principales tipos de regímenes fiscales mineros y los instrumentos fiscales más comunes utilizados por los gobiernos,
- proponemos un marco para evaluar los regímenes fiscales basado en los principios de la política fiscal,
- destacamos los diferentes regímenes fiscales que suelen aplicarse a la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE), y
- presentamos parámetros clave para la evaluación de los regímenes fiscales mineros, como la “recaudación pública” y la tasa efectiva combinada de regalías e impuestos.

Concluimos que no existe un régimen fiscal “ideal” para el sector minero y que el diseño del régimen fiscal implica hacer concesiones informadas entre diferentes prioridades. Los gobiernos deben diseñar un régimen fiscal basado en sus objetivos específicos para el sector minero y las finanzas públicas. En el [Anexo A](#) se ofrece información más detallada sobre las prácticas internacionales actuales.

Los ingresos fiscales son un beneficio clave de la minería para los países donde esta se lleva a cabo, sobre todo porque a menudo se trata de un sector de enclave con una integración limitada previa y posterior en la economía nacional. Convertir los activos minerales del subsuelo del Estado en ingresos públicos que puedan financiar infraestructuras públicas que fomenten el crecimiento es clave para el desarrollo económico.⁸ Esto es difícil de lograr en la práctica, ya que requiere políticas macro fiscales sólidas para gestionar la volatilidad de los ingresos y garantizar que los ingresos procedentes de los recursos naturales se asignen a inversiones públicas que puedan aumentar la productividad y el crecimiento económico.

⁸ Dado que los recursos minerales son un bien público finito, es importante tener en cuenta la equidad intergeneracional. En general, esto significa que los ingresos deben invertirse en infraestructuras y programas que beneficien a los ciudadanos actuales y futuros, y no utilizarse para cubrir necesidades de gastos corrientes, como los salarios de los trabajadores del sector público.

Cada vez se considera más la posibilidad de compartir la producción en la minería, y es posible que en las próximas décadas algunos países prueben este enfoque.

4.1. Tipos de régimen fiscal minero

Como se describe en la sección anterior, la minería es diferente a otros sectores de la economía:

- Implica la extracción y explotación de recursos minerales finitos que pertenecen al Estado.
- Requiere grandes inversiones iniciales que se recuperan en un largo periodo de tiempo.
- Existe un alto nivel de incertidumbre, por ejemplo, en la calidad del yacimiento mineral, los costes de extracción y los precios futuros de los minerales.
- Puede dar lugar a la generación de “rentas económicas”, es decir, beneficios superiores a los normales debido al valor intrínseco de los activos minerales.

Por estas razones, los países anfitriones suelen utilizar un régimen fiscal especial para la minería. El enfoque más común es un régimen de impuestos y regalías, en virtud del cual el gobierno recauda regalías sobre la producción de minerales como compensación por la pérdida de sus recursos finitos, cobra impuestos a la empresa minera por sus actividades y utilidades (a menudo incluyendo disposiciones especiales o impuestos adicionales, como un impuesto sobre la renta de los recursos o la participación estatal) y retiene impuestos sobre los pagos efectuados a proveedores de servicios, prestamistas y accionistas. El *Recuadro 4.1* ofrece más detalles sobre algunos de los instrumentos fiscales claves utilizados en un régimen fiscal de impuestos y regalías del sector minero.

El régimen fiscal de la minería suele especificarse en la legislación general, ya sea dentro del corpus fiscal general o en la legislación específica del sector. Muchos países firman contratos de concesión con empresas mineras para proyectos mineros específicos. Estos contratos pueden modificar el régimen fiscal de la ley general, por ejemplo, concediendo incentivos fiscales a los inversores para un proyecto específico. En algunos casos, el contrato puede especificar el régimen fiscal en su totalidad, ya sea sustituyendo el régimen fiscal de la ley general, o completando la legislación en países en los que la minería es una actividad relativamente nueva, y aún no se ha establecido el marco legal y reglamentario completo. Los tratados internacionales, especialmente los convenios bilaterales de doble imposición (CDI), pueden anular la legislación fiscal nacional, a menudo reduciendo los tipos de retención en origen sobre los pagos al otro país. Por lo tanto, para determinar el régimen fiscal de un proyecto minero concreto, es importante estudiar la legislación general, la legislación específica del sector, los contratos de concesión y los tratados internacionales.

Recuadro 4.1: Instrumentos fiscales utilizados en la minería

- **Los impuestos por licencias y las rentas de superficie** son pagos al Estado por los derechos a realizar operaciones mineras en zonas específicas. Pueden ser pagos a tanto alzado, tasas anuales fijas o gravarse como un pequeño porcentaje de las ventas o los beneficios. En el caso de la minería a gran escala, estos pagos suelen ser insignificantes en comparación con los impuestos y las regalías.
- **Las regalías** son pagos al Estado por el derecho a extraer minerales y compensan al Estado por la pérdida de recursos naturales finitos. Las regalías suelen cobrarse sobre todas las unidades de producción, normalmente como un porcentaje del valor de venta (conocido como “*ad valorem*”). En algunos casos, las regalías pueden ser tasas fijas por unidad de mineral extraído, o pueden cobrarse sobre los beneficios de explotación de la empresa minera. Los países anfitriones recurren cada vez más a las regalías de “escala gradual”, que aumentan la tasa de regalías cuando los precios de los minerales o los beneficios de la empresa minera son más altos, y viceversa.
- **Los aranceles de importación** suelen aplicarse a la importación de mercancías a un país. Como los proyectos mineros suelen requerir la importación de equipos y maquinaria caros en la fase de desarrollo (antes de que la mina entre en producción y genere ingresos) y de consumibles durante la producción, algunos Estados reducen los tipos impositivos o eximen a la empresa minera del pago de aranceles para reducir los costes de los insumos.
- **Los aranceles de exportación** se aplican a la exportación de bienes de un país. Dado que las empresas mineras compiten en un mercado global, los países receptores suelen eximir de aranceles a las exportaciones de minerales para garantizar la competitividad de las operaciones mineras del país. En algunos casos, los países anfitriones imponen aranceles a las exportaciones de minerales no procesados, pero eximen de ellos a los minerales y metales procesados para fomentar la inversión en instalaciones de procesamiento posterior.
- **El impuesto al valor agregado (IVA)** es un impuesto sobre las ventas que se aplica de forma incremental a lo largo de la cadena de valor, y cuyo valor total recae finalmente en el consumidor final. Los productores pagan el IVA sobre sus insumos (IVA soportado) y reclaman el IVA sobre sus ventas (IVA repercutido). En la mayoría de los países, las exportaciones son de tipo cero, lo que significa que no se aplica IVA a la venta de exportación y el IVA soportado se reclama al gobierno y se devuelve al exportador. Debido a las diferencias temporales entre el IVA soportado durante la fase de desarrollo de una mina y las devoluciones que se aplicarían a las exportaciones durante la producción, algunos países eximen totalmente del IVA a las empresas mineras.
- **El impuesto sobre sociedades** es un impuesto que recae sobre los beneficios de las empresas. En el sector minero, el régimen normal del impuesto sobre sociedades suele modificarse. Por ejemplo, algunos países conceden prestaciones de capital o amortizaciones aceleradas para ayudar a recuperar los costes de las grandes inversiones iniciales. En algunos países se aplica un tipo más alto de impuesto sobre sociedades en el sector minero, lo que refleja la propiedad estatal de los activos minerales, mientras que otros países aplican un tipo más bajo de impuesto sobre sociedades a la minería para atraer la inversión.
- **Los impuestos sobre la renta** de los recursos se utilizan a veces en el sector minero para aplicar impuestos a las rentas económicas, reflejando la propiedad estatal de los recursos mineros. Los impuestos sobre las rentas suelen aplicarse a los flujos de caja acumulados de un proyecto una vez que superan una tasa de rentabilidad crítica. Por lo tanto, es poco probable que disuadan la inversión, pero normalmente solo generan ingresos más adelante en el ciclo de vida del proyecto, si es que se llega a realizar.
- **Los aranceles de retención** son impuestos que se retienen por la empresa minera y se remiten a las autoridades fiscales en nombre del beneficiario de los pagos. Si el beneficiario es una entidad nacional, se trata de pagos anticipados del impuesto sobre la renta. Si el beneficiario es una entidad extranjera, son impuestos finales sobre los beneficios que el beneficiario obtiene de sus actividades en el país anfitrión.
- **La participación estatal** es cuando el estado participa en el proyecto minero como accionista, lo que le otorga el derecho a una parte de las ganancias o las distribuciones de dividendos. Dependiendo de la forma de la participación estatal, el estado puede comprar acciones o recibirlas de forma gratuita, y puede contribuir a los gastos del proyecto o no.

4.2. Marco para evaluar los regímenes fiscales mineros

No existe un régimen fiscal “ideal” para la minería y los gobiernos deben decidir qué combinación de instrumentos y condiciones fiscales será apropiada para sus circunstancias específicas. Estas circunstancias incluyen cuánto quiere recaudar y gastar el gobierno, cuán competitivo desea ser el gobierno para atraer inversiones y fomentar la exploración, el desarrollo y la producción de recursos, y la capacidad del país para aplicar instrumentos fiscales específicos (OCDE, 2019).

Por lo tanto, diseñar un régimen fiscal minero implica hacer concesiones informadas entre diferentes principios (véase el *Recuadro 4.2*). Por ejemplo, un gobierno puede querer garantizar que el régimen fiscal sea progresivo, es decir, que aumente la participación del gobierno en los beneficios financieros cuando los beneficios de las empresas mineras sean mayores, y viceversa, pero al hacerlo puede tener que aceptar un mayor nivel de volatilidad de los ingresos, más complejidad y un mayor riesgo de evasión fiscal que se deriva de los impuestos y regalías basados en los beneficios. Los países anfitriones suelen utilizar una combinación de instrumentos fiscales en el régimen fiscal minero, cada uno con sus propias características, y el impacto global del régimen fiscal viene determinado por el equilibrio entre los distintos instrumentos fiscales.

Recuadro 4.2. Framework for assessing mining fiscal instruments and regimes⁹

- **Progresividad.** Un régimen fiscal progresivo aumenta la participación del Estado en los beneficios económicos cuando el proyecto es más rentable y la reduce cuando es menos rentable. Un régimen fiscal progresivo responde automáticamente a los cambios en la rentabilidad sin requerir cambios políticos explícitos. La progresividad significa que la tasa impositiva efectiva aumenta o disminuye con los beneficios, no solo la cantidad absoluta de ingresos recaudados. Un régimen fiscal regresivo es lo contrario de progresivo: impone una mayor carga fiscal cuando los beneficios son bajos, y viceversa. Un régimen fiscal excesivamente regresivo puede disuadir la inversión, al aumentar el riesgo de que un inversor no obtenga un rendimiento mínimo de su inversión.
- **Simplicidad.** La simplicidad del régimen fiscal se refiere a lo fácil que es para las autoridades fiscales y el contribuyente administrar y cumplir el régimen fiscal. Esto puede reducir el tiempo y el esfuerzo que ambas partes necesitan para liquidar y pagar impuestos. Un instrumento fiscal individual puede ser más o menos sencillo (por ejemplo, una regalía sobre las ventas suele ser más sencilla que una regalía basada en los beneficios), y el régimen fiscal en su conjunto puede ser más o menos sencillo en función del número de instrumentos fiscales diferentes utilizados y de su complejidad individual.
- **Ritmo.** El ritmo de los ingresos es importante tanto para los gobiernos como para los inversores. Por lo general, ambos preferirían ingresos más tempranos: los inversores, para recuperar sus costes y obtener beneficios lo antes posible, y los gobiernos, para financiar las inversiones públicas lo antes posible, especialmente en los países de renta baja con escasas reservas de capital. Esto significa que existe una disyuntiva entre ayudar a los inversores a recuperar los costes y generar ingresos tempranos para financiar la inversión pública.
- **Solidez.** Por último, dado que la minería a gran escala suele estar en manos de empresas multinacionales con capacidad para trasladar beneficios, la solidez frente a la evasión fiscal es un factor importante para tener en cuenta por los gobiernos. Un régimen fiscal puede ser más sólido si se basa en instrumentos fiscales más difíciles de eludir, como las regalías *ad valorem* y las retenciones fiscales, o mediante la aplicación de medidas para hacer frente a la erosión de la base imponible y el traslado de beneficios (BEPS), que pueden respaldar los ingresos procedentes del impuesto sobre sociedades y los impuestos sobre la renta de los recursos.

9 Marco desarrollado en referencia a Cottareli (2012), NRG (2015) y ONU (2018).

4.3. Tributación de la minería artesanal y de pequeña escala

La MAPE es muy diferente de la MGE y, por lo tanto, requiere un enfoque fiscal diferente. En el sector de la MAPE, las minas suelen depender de la mano de obra informal más que de grandes inversiones de capital, y las empresas mineras no siempre están registradas ante las autoridades fiscales. Por lo tanto, la fiscalidad del sector de la MAPE suele basarse más en regalías *ad valorem* y derechos de licencia. Debido al mayor riesgo de contrabando en el sector de la MAPE, sobre todo en el caso de minerales pequeños y de gran valor como el oro y los diamantes, los tipos de las regalías son a veces más bajos que en la minería a gran escala para reducir los incentivos de los contrabandistas para evadir las regalías. En Sierra Leona, por ejemplo, un aumento de la tasa de regalías para el oro y los diamantes del 3% al 5% y del 3% al 6,5% en 2010, respectivamente, provocó un descenso inmediato de las exportaciones oficiales de oro y diamantes y, por tanto, un posible aumento del contrabando. Como consecuencia, las autoridades decidieron volver a bajar las regalías de ambos productos al 3% en 2013 (Unión del Río Mano, 2017). Como tal, el sector de la minería artesanal suele proporcionar menos ingresos públicos que la minería a gran escala, ya que la recaudación de ingresos se concentra en el cobro de regalías (con tasas de regalías a menudo más bajas) y derechos de licencia.

Muchos de los minerales fundamentales para la transición energética son minerales en bruto que solo se producen en las explotaciones de MGE. El único mineral de transición energética que actualmente tiene una parte significativa de producción procedente del sector de la MAPE es el cobalto, donde el Sistema de Información sobre Materias Primas de la UE (2019) estima que alrededor del 25% del suministro procede de la MAPE.

4.4. Tasación y medición del régimen fiscal

Medir la carga del régimen fiscal es importante tanto para los inversores como para los gobiernos. A los inversores les preocupa el rendimiento de su inversión una vez pagados los impuestos, y los gobiernos quieren saber si están recibiendo una “parte justa” del valor financiero de la explotación de sus recursos minerales finitos. El pago de impuestos y regalías es también un elemento clave de la “licencia social” para operar de las empresas mineras, por lo que la transparencia de los pagos realizados por las empresas mineras es un aspecto importante del régimen fiscal. La gestión de las expectativas públicas al inicio de los proyectos mineros también es fundamental, dado que los ingresos del sector minero suelen ser bajos en los primeros años debido a las mayores deducciones por depreciación e intereses de la deuda a medida que los inversores recuperan sus costes, lo que reduce el pago del impuesto sobre la renta.

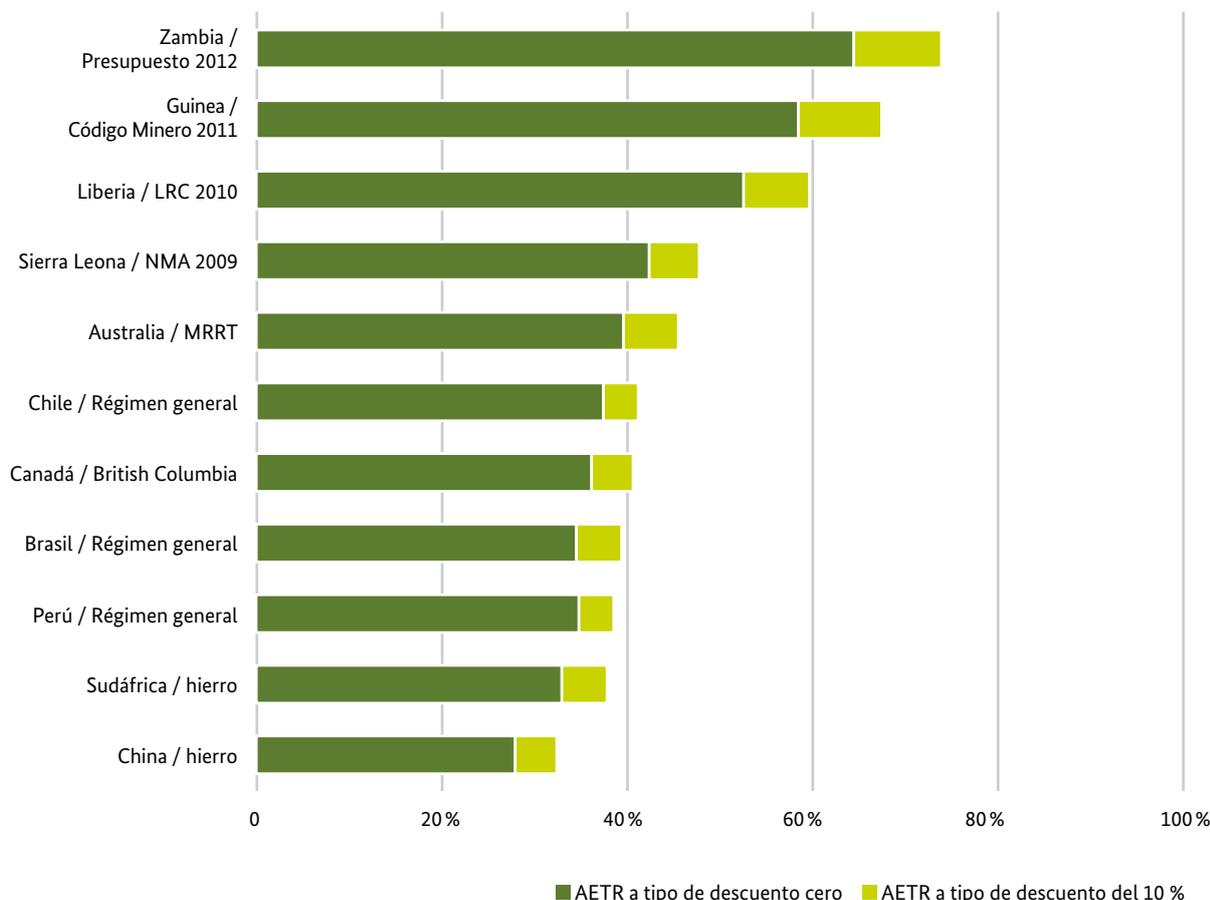
A pesar de la importancia de comprender la participación del gobierno en los beneficios financieros, no existe un enfoque único y estándar para su medición. A continuación, presentamos dos enfoques comunes: la “recaudación tributaria” y la tasa efectiva combinada de regalías e impuestos.

4.4.1. La “recaudación tributaria”

La “recaudación tributaria”, o formalmente la tasa impositiva media efectiva (AETR – *Average Effective Tax Rate*), es una medida de la parte de los flujos de caja del proyecto previos a impuestos que recauda el gobierno en concepto de regalías e impuestos a lo largo de la vida del proyecto. No existe una definición estándar de la recaudación pública y pueden surgir diferencias importantes en función de cómo se calcule. Por ejemplo, el alcance de los impuestos incluidos en la recaudación pública no es fijo: algunos solo tienen en cuenta los impuestos directos y los pagos de la empresa minera (como las regalías y los impuestos sobre la renta) y sus accionistas (retenciones fiscales sobre los dividendos), mientras que otros consideran que los impuestos indirectos sobre los insumos de la empresa minera (como los derechos de importación y el IVA) y las retenciones fiscales sobre los pagos al exterior (como las retenciones fiscales sobre los servicios y los intereses de la deuda) forman parte de la recaudación pública. La recaudación pública también puede medirse en términos reales, o utilizando flujos de caja descontados, en cuyo caso la elección del tipo de descuento puede tener un impacto material en los resultados. El punto de valoración también es importante: la recaudación tributaria puede calcularse a partir del momento en que el inversor toma la decisión final de invertir y comienzan a incurrirse en grandes costes de desarrollo, o puede incluir los gastos de exploración de años anteriores. El FMI (Cottarelli, 2012) estima que en el sector minero se puede alcanzar una recaudación tributaria de entre el 40 % y el 60 % (véase el *Esquema 4.1*).

Esquema 4.1: Estimaciones de la recaudación tributaria en la minería

Minería: Ejemplo de mina de mineral de hierro

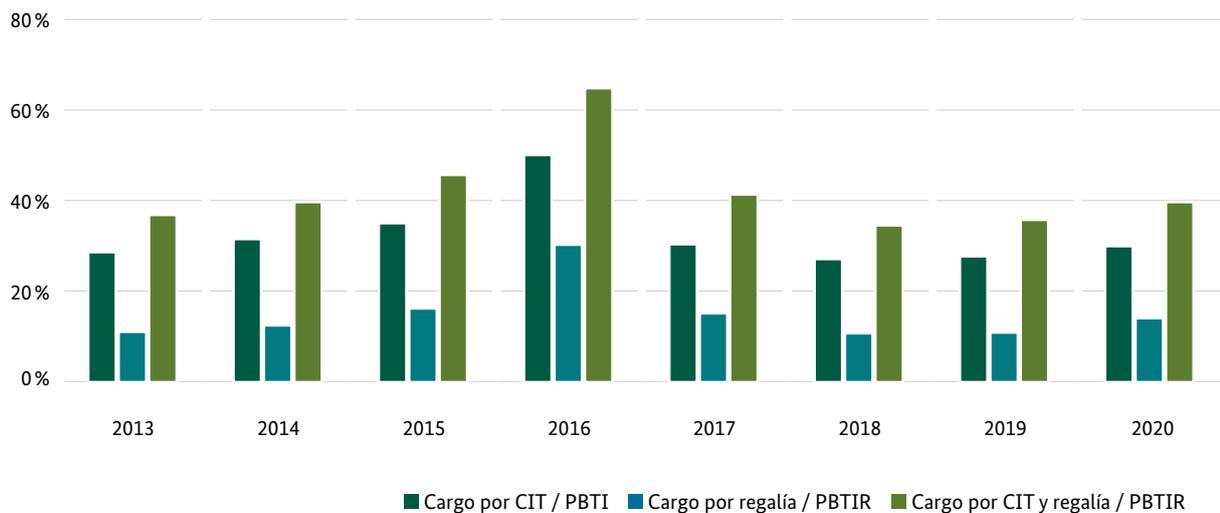


Fuente: Cottarelli (2012).

4.4.2. El tipo efectivo combinado de regalías e impuestos

Un enfoque alternativo consiste en estimar la tasa impositiva efectiva utilizando los beneficios contables. Es el que utiliza el Consejo Internacional de Minerales y Metales (ICMM), un organismo industrial que agrupa a un tercio de la industria metalúrgica y minera mundial, en su informe periódico *ICMM Members' Tax Contribution Report* (ICMM, 2020). El enfoque parte de los beneficios netos declarados en las cuentas auditadas, añade las regalías que ya se han contabilizado en los beneficios netos y añade las pérdidas de valor y otros elementos extraordinarios que no suelen ser fiscalmente deducibles para llegar a los beneficios antes de impuestos, devaluaciones y regalías (PBTIR – *Profits before tax, impairments and royalties*). El tipo efectivo combinado de regalías e impuestos es entonces la cantidad recaudada en concepto de regalías e impuestos sobre sociedades como parte del PBTIR, que puede ser una cifra anual o estimada a lo largo de un periodo de años para tener en cuenta los cambios cíclicos en los precios de las minas, los beneficios y los impuestos pagados. También se ofrecen estimaciones de la tasa efectiva de impuesto sobre sociedades (como porcentaje de los beneficios antes de impuestos y depreciaciones, o PBTI) y de la tasa efectiva de regalías (como porcentaje del PBTIR). En el *Esquema 4.2* se muestran las tasas impositivas efectivas declaradas por los miembros del ICMM. Aunque el enfoque del ICMM solo incluye regalías e impuesto sobre sociedades, la metodología puede ampliarse para incluir otros instrumentos fiscales, como los impuestos sobre la renta de los recursos y las retenciones fiscales.

Esquema 4.2: Estimaciones de las tasas efectivas de impuestos y regalías en la minería



Notas: CIT = Impuesto sobre sociedades, PBTI = Beneficios antes de impuestos y devaluaciones, PBTIR = Beneficios antes de impuestos, devaluaciones y regalías.

Fuente: ICMM (2020).





5. Metodología de estimación del potencial de ingresos públicos

Este capítulo ofrece una visión general de la metodología y los supuestos utilizados para estimar el potencial de ingresos de los minerales de la transición energética. En este capítulo:

- Presentamos la metodología en la que se basan las conclusiones de este estudio, y
- exponemos los pasos que se siguieron para prever el potencial de ingresos brutos y los ingresos públicos.

En el *Anexo B* se presentan más detalles sobre la metodología y los supuestos utilizados.

Prever los ingresos procedentes de los recursos naturales es todo un reto, ya que depende de muchos acontecimientos futuros difíciles de predecir. Entre ellos se incluyen la cantidad de minerales que se producirán, el precio comercial de los minerales (que históricamente han sido volátiles y difíciles de prever), los costes de producción y la rentabilidad de las empresas mineras, así como la cantidad de valor financiero que los gobiernos pueden recaudar como ingresos públicos a través del régimen fiscal. En este informe presentamos estimaciones del potencial de ingresos de cada mineral de la transición energética a escala mundial y regional. Estas estimaciones se presentan en forma de intervalo, reflejando las incertidumbres de variables clave como la demanda y los precios de los minerales. La metodología general consta de siete pasos, que se exponen en el *Recuadro 5.1*.

Recuadro 5.1. Pasos para estimar el potencial de ingresos de los minerales de la transición energética

→ **Paso 1: Estimar la producción minera por mineral y país.** Comenzamos con escenarios de demanda para cada mineral y restamos de esto la oferta secundaria (reciclaje) para estimar la demanda que se debe satisfacer mediante la oferta primaria (minería), de ahora en adelante, la demanda neta. Luego dividimos esta demanda neta según la proporción de la producción actual y las reservas de los respectivos países.

- *Demanda – oferta secundaria = demanda neta por mineral (producción estimada por mineral)*
- *Oferta primaria * proporción de producción y reservas por país = demanda neta por país (producción estimada por país)*

→ **Paso 2: Estimación de la minería a gran escala frente a la MAPE por país.** A continuación, dividimos estas estimaciones por países en MGE y MAPE basándonos en la proporción histórica de suministro de cada sector para cada mineral.

- *Producción estimada de la MGE por país = proporción histórica de la MGE * producción estimada por país*
- *Producción estimada de la MAPE por país = proporción histórica de la MAPE * producción estimada por país.*

→ **Paso 3: Estimación de los ingresos por ventas.** Combinamos la producción minera con las previsiones de los precios futuros de los minerales para estimar los potenciales ingresos por ventas. Por tanto, nuestra estimación de los ingresos potenciales procedentes de las ventas también puede denominarse “ingresos brutos”.

- $\text{Ingresos por ventas} = \text{producción estimada por país} * \text{precio}$

→ **Paso 4: Estimación de los beneficios de las empresas mineras para la producción de MGE.** En el caso de las MGE, utilizamos datos históricos sobre los márgenes de beneficio de las empresas mineras para estimar los beneficios agregados previos a impuestos¹⁰ y los beneficios de explotación de cada mineral.

- $\text{Beneficios previos a impuestos} = \text{ingresos por ventas} * \text{margen de beneficios previos a impuestos}$
- $\text{Beneficios de explotación} = \text{ingresos por ventas} * \text{margen de beneficios de explotación}$

→ **Paso 5: Estimar la “recaudación fiscal” de la producción de MGE.** En el caso de la MGE, suponemos que los gobiernos recaudan impuestos principalmente a través de regalías, impuestos sobre sociedades y participación estatal. En el caso de las regalías, diferenciamos una serie de regímenes de regalías específicos de cada país, según los cuales las regalías se recaudan sobre los ingresos procedentes de las ventas o sobre los beneficios de explotación. Para estimar la recaudación del impuesto sobre sociedades, multiplicamos los beneficios estimados previos a impuestos por el tipo del impuesto sobre sociedades aplicable en cada país. Los rendimientos de la participación estatal se estiman sobre la base de los beneficios después de impuestos.

- $\text{Regalías} = \text{ingresos por ventas o beneficios de explotación} * \text{tasa de regalía aplicable}$
- $\text{Impuesto sobre sociedades} = \text{beneficios estimados previos a impuestos} * \text{tasa aplicable del impuesto sobre sociedades}$
- $\text{Beneficios estimados previos a impuestos} = \text{beneficios estimados previos a impuestos} - \text{impuesto sobre sociedades}$
- $\text{Participación estatal} = \text{beneficios después de impuestos} * \text{participación aplicable en el capital} / \text{participación estatal}$
- $\text{Recaudación fiscal de la MGE} = \text{regalías} + \text{impuesto sobre sociedades} + \text{participación estatal}$

→ **Paso 6: Estimar la “recaudación fiscal” de la producción de MAPE.** En el caso de la MAPE, suponemos que los gobiernos solo recaudan regalías sobre las ventas y no pueden aplicar impuestos sobre los beneficios. Identificamos los regímenes de tasas de regalías específicos de cada país para estimar la recaudación fiscal de la producción de la MAPE.

- $\text{Recaudación fiscal de la MAPE} = \text{ingresos por ventas} * \text{tasa de regalía aplicable}$

→ **Paso 7: Estimación del potencial de ingresos.** Por último, sumamos la recaudación fiscal de los sectores de la MGE y la MAPE para determinar el potencial de ingresos de cada mineral.

- $\text{Potencial de ingresos} = \text{recaudación fiscal de la MGE} + \text{recaudación fiscal de la MAPE}$

Repetimos los pasos varias veces para cada mineral y país utilizando diferentes escenarios de demanda, precios y márgenes de beneficio para generar una gama de estimaciones del potencial de ingresos. Elaboramos estas estimaciones de producción para cada uno de los principales países que producen actualmente o tienen reservas significativas y generamos estimaciones del potencial de ingresos “ascendente” utilizando las tasas de regalías e impuestos específicas de cada país.

En el [Anexo B](#) se ofrecen más detalles sobre la metodología y los supuestos subyacentes utilizados para elaborar las estimaciones y los resultados presentados en este informe.

¹⁰ Los beneficios previos a impuestos son iguales a los ingresos brutos menos los costes de explotación, los costes de financiación (intereses de la deuda) y la devaluación de los costes de capital (Finbox, 2022).





6. Conclusiones sobre el potencial de ingresos

Este capítulo expone las principales conclusiones de nuestro análisis del potencial de ingresos de los minerales de la transición energética para los países ricos en recursos. En este capítulo:

- Destacamos el potencial mundial de ingresos brutos derivados de la extracción de minerales de la transición energética y los posibles ingresos públicos procedentes de regalías e impuestos,
- demostramos que diferentes grupos de renta por regiones y países difieren en cuanto al potencial de ingresos debido a las distintas dotaciones de recursos y diseños de los regímenes fiscales,
- resaltamos qué minerales contribuirán en mayor medida a los ingresos públicos, y
- presentamos un análisis detallado del potencial geológico, la producción actual, los precios previstos y el potencial de ingresos de cada mineral en un formato de ficha informativa.

Llegamos a la conclusión de que el potencial de ingresos públicos anuales podría situarse entre 5 000 y 25 000 millones de dólares de media hasta 2040, además de los ingresos públicos actuales procedentes del sector minero. Esto podría suponer entre 100 000 y 500 000 millones de dólares de ingresos públicos adicionales procedentes de los minerales de la transición energética de aquí a 2040. Es probable que los países de la región de América Latina y el Caribe y de Asia Oriental y el Pacífico sean los más beneficiados. Como porcentaje del PIB, los beneficios potenciales de los ingresos en el África subsahariana también son significativos. Dada la escasa producción actual y la limitada base de reservas en Asia meridional, y el Norte de África y Oriente Medio, los gobiernos de esas regiones probablemente solo recibirán ingresos insignificantes.

Existe un alto nivel de incertidumbre en torno a las estimaciones de ingresos, dependiendo de las vías políticas y tecnológicas hacia el cero neto, y del correspondiente impacto en la demanda, la oferta y los precios de los minerales. Las estimaciones pretenden ilustrar el potencial de ingresos y mostrar las tendencias generales en las distintas regiones, niveles de renta de los países y minerales.

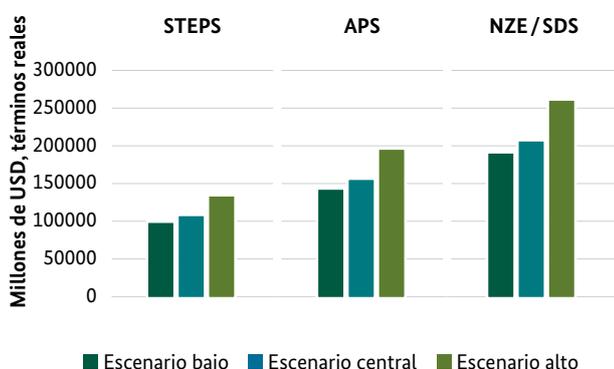
6.1. Potencial global de ingresos

Nuestro análisis concluye que los ingresos brutos procedentes de las ventas (excluidos costes de producción e impuestos) de los siete minerales clave de la transición energética evaluados son significativos. La media anual de ingresos brutos hasta 2040 oscila entre los 98 000 millones de dólares en el escenario bajo STEPS y los 259 000 millones de dólares en el escenario alto NZE/SDS (*Esquema 6.1 y Tabla 6.1*). Como se indica en la sección de metodología, estas estimaciones tienen en cuenta las posibles variaciones de los precios, la demanda y la producción de minerales.

Tabla 6.1: Promedio anual de ingresos brutos por escenario

Escenario	STEPS (millones de USD, términos reales)	APS (millones de USD, términos reales)	NZE/SDS (millones de USD, términos reales)
Escenario bajo	98.013	142.000	189.294
Escenario central	106.055	153.992	205.368
Escenario alto	131.541	194.271	258.781

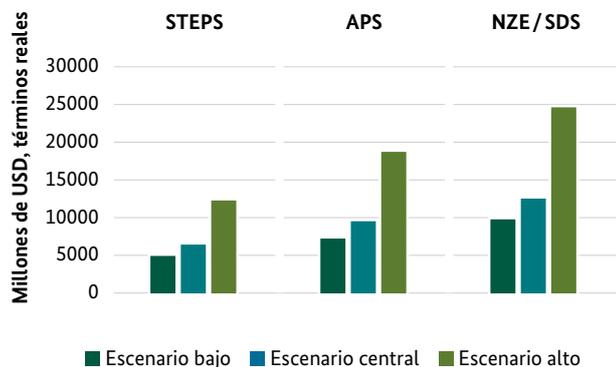
Esquema 6.1: Promedio anual de ingresos brutos por escenario



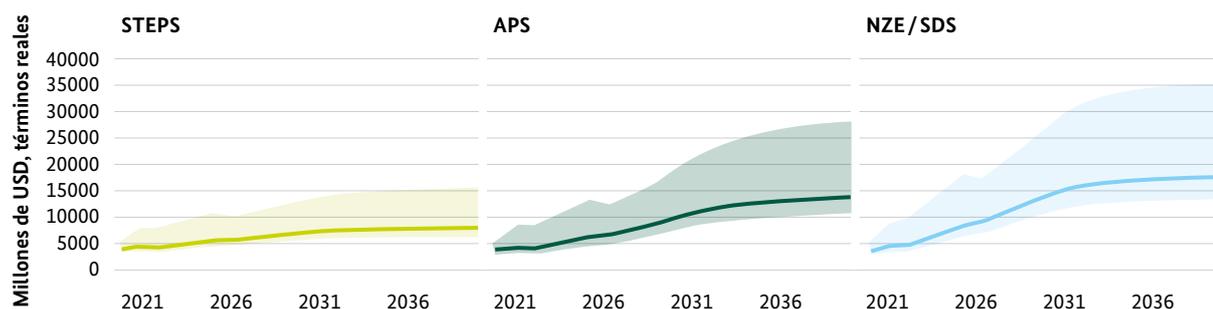
Este potencial de ingresos brutos se traduce en un potencial de ingresos públicos significativo. Estimamos que el potencial de ingresos por impuestos y regalías de los minerales clave de la transición energética que hemos evaluado oscilará entre 5 000 y 25 000 millones de dólares anuales de media hasta 2040 (*Esquema 6.2 y Tabla 6.2*). Esto equivale a unos ingresos públicos adicionales de entre 100 000 y 500 000 millones de dólares procedentes de determinados minerales de la transición energética para 2040.

Tabla 6.2: Promedio anual de ingresos públicos por escenario

Escenario	STEPS (millones de USD, términos reales)	APS (millones de USD, términos reales)	NZE/SDS (millones de USD, términos reales)
Escenario bajo	4.961	7.260	9.656
Escenario central	6.422	9.398	12.487
Escenario alto	12.263	18.616	24.513

Esquema 6.2: Promedio anual de ingresos públicos por escenario

En todos los escenarios se observa un aumento constante de los ingresos públicos hasta comienzos de la década de 2030, donde el crecimiento de los ingresos empieza a estabilizarse (Esquema 6.3).

Esquema 6.3: Ingresos públicos anuales por escenario

Nota: La línea muestra el escenario central; los extremos superior e inferior del área sombreada muestran los escenarios alto y bajo, respectivamente.

STEPS = Escenario de políticas declaradas, APS = Escenario de compromisos anunciados, NZE = Escenario de cero emisiones netas para 2050, y SDS = Escenario de desarrollo sostenible.

Nuestro análisis muestra que los ingresos públicos procedentes de los minerales de la transición energética dependen principalmente de cuatro factores. En primer lugar, del ritmo de adopción de las tecnologías de energías renovables y vehículos eléctricos: si el ritmo de adopción es más lento (escenario STEPS), los gobiernos recibirán ingresos significativamente menores que si la adopción es más rápida (APS o NZE). En segundo lugar, los precios de los minerales tienen un impacto significativo en los ingresos públicos. Si los precios son más bajos, los ingresos de las empresas mineras serán menores, lo que reducirá sus márgenes de beneficio. Si los precios son más altos, los márgenes de beneficio de las empresas mineras aumentan, lo que se traducirá en un mayor pago de impuestos a los gobiernos. En tercer lugar, los ingresos potenciales dependen en gran medida de las reservas minerales que solo se están poniendo lentamente en funcionamiento, mientras que la capacidad de producción de los proyectos mineros existentes está disminuyendo. Por lo tanto, si un país con una producción limitada no consigue desarrollar sus reservas o si un país con una producción existente no consigue desarrollar reservas adicionales para reemplazar la producción decreciente de los proyectos mineros existentes, la recaudación de ingresos será significativamente menor. En cuarto lugar, la velocidad a la que se desarrollará la capacidad de reciclaje tiene un impacto significativo en la demanda primaria de minerales de la transición energética y, a su vez, en los ingresos públicos procedentes de la minería. Por ejemplo, se prevé que la capacidad de reciclaje aumente rápidamente para minerales como el cobalto y el níquel, desplazando parte de la demanda primaria de estos minerales.

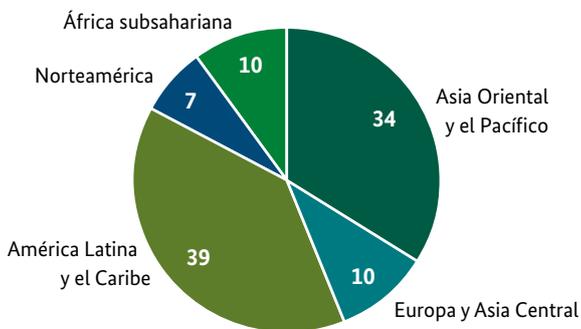
6.2. Diferencias en los niveles de renta por regiones y países

6.2.1. Potencial de ingresos brutos

Nuestro análisis revela que algunas regiones se beneficiarán considerablemente más que otras (*Esquema 6.4*).¹¹ Las regiones que, según nuestras estimaciones, generarán los mayores ingresos brutos procedentes de los minerales de la transición energética en términos absolutos son América Latina y el Caribe (37%), seguida de Asia Oriental y el Pacífico (34%). Europa y Asia Central, y África subsahariana, generarán cada una el 10% de los ingresos brutos procedentes de la extracción de minerales de la transición energética.

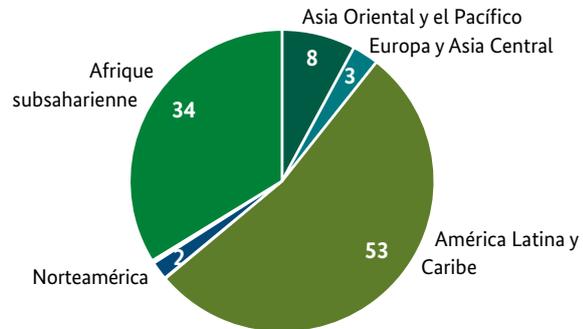
Las regiones de Asia meridional y Oriente Medio y Norte de África generarán los ingresos brutos más bajos, representando en ambos casos menos del 1% del total mundial. Esta distribución de los ingresos brutos tendrá repercusiones significativamente diferentes en la producción económica global de las distintas regiones: África subsahariana, en particular, se beneficiará más de lo que sugiere su potencial de ingresos brutos globales, y Asia oriental y el Pacífico se beneficiarán bastante menos. Si los ingresos brutos totales se expresan como porcentaje del PIB de cada región, América Latina y el Caribe y África subsahariana generarán los mayores ingresos brutos adicionales procedentes de los minerales de la transición energética en comparación con el tamaño de sus economías (*Esquema 6.5*). En América Latina y el Caribe, la extracción de minerales de la transición energética generaría una producción económica del 1,2% del PIB actual, mientras que los ingresos brutos del África subsahariana como porcentaje del PIB serían del 0,76% (*Tabla 6.3*).

Esquema 6.4: Porcentaje de ingresos brutos por región



Nota: Estimaciones según el escenario central APS.
Fuente: Esquemas del PIB del Banco Mundial (2022b).

Esquema 6.5: Porcentaje de ingresos brutos por región ajustado al PIB regional (in %)



Nota: Estimaciones según el escenario central APS.
Fuente: Esquemas del PIB del Banco Mundial (2022b).

11 Este estudio utiliza la clasificación regional elaborada por el Banco Mundial. Para más información, véase <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/the-world-by-income-and-region.html>

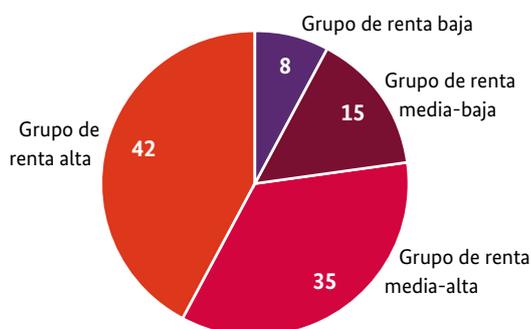
Tabla 6.3: Promedio anual de ingresos brutos por región en porcentaje del PIB

Región	Recettes brutes annuelles Medias (millones de USD, términos reales)	PIB en 2021 (millones de USD, términos reales)	Recettes brutes en pourcentage du PIB de 2021 (%)
Asia Oriental y el Pacífico	52.950	30.056.574	0,18
Europa y Asia Central	15.700	24.952.561	0,06
América Latina y el Caribe	59.562	4.964.237	1,20
Oriente Medio y Norte de África	52	2.743.880	0,00
Norteamérica	10.892	24.993.943	0,04
Asia meridional	293	4.061.703	0,01
África subsahariana	14.543	1.910.122	0,76

Nota: Estimaciones según el escenario central APS. Fuente: Esquemas del PIB del Banco Mundial (2022b).

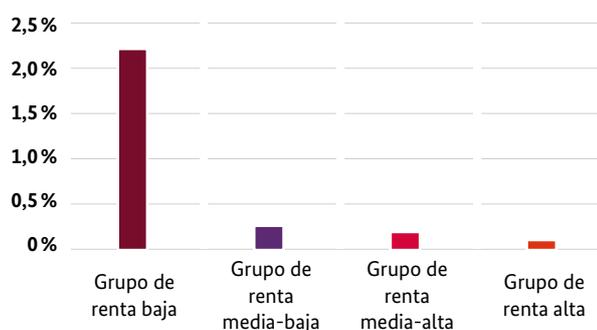
Estimamos que la mayor parte de los ingresos no se generarán en los países de renta baja o media-baja, sino en los de renta alta y media-alta (Esquema 6.6). Solo el 8% de los ingresos brutos totales se generarán en países de renta baja. El principal motivo es la menor proporción de reservas en comparación con la producción actual que se observa en estos países. Esto refleja el hecho de que el potencial geológico de los minerales de la transición energética en estas regiones es comparativamente poco conocido y está subdesarrollado. Por lo tanto, a menos que se invierta en exploración geológica en los países de renta baja, y en regiones como el África subsahariana, estos países verán cómo se desarrollan menos minas nuevas y, por lo tanto, menos ingresos brutos a lo largo del tiempo. Dado que las economías de los países de renta baja son significativamente más pequeñas que las de los países de renta alta, el impacto de la extracción de minerales de la transición energética tendrá, no obstante, una importancia desproporcionada para los países de renta baja (Esquema 6.7).

Esquema 6.6: Porcentaje de ingresos brutos por grupo de renta del país



Nota: Estimaciones según el escenario central APS.

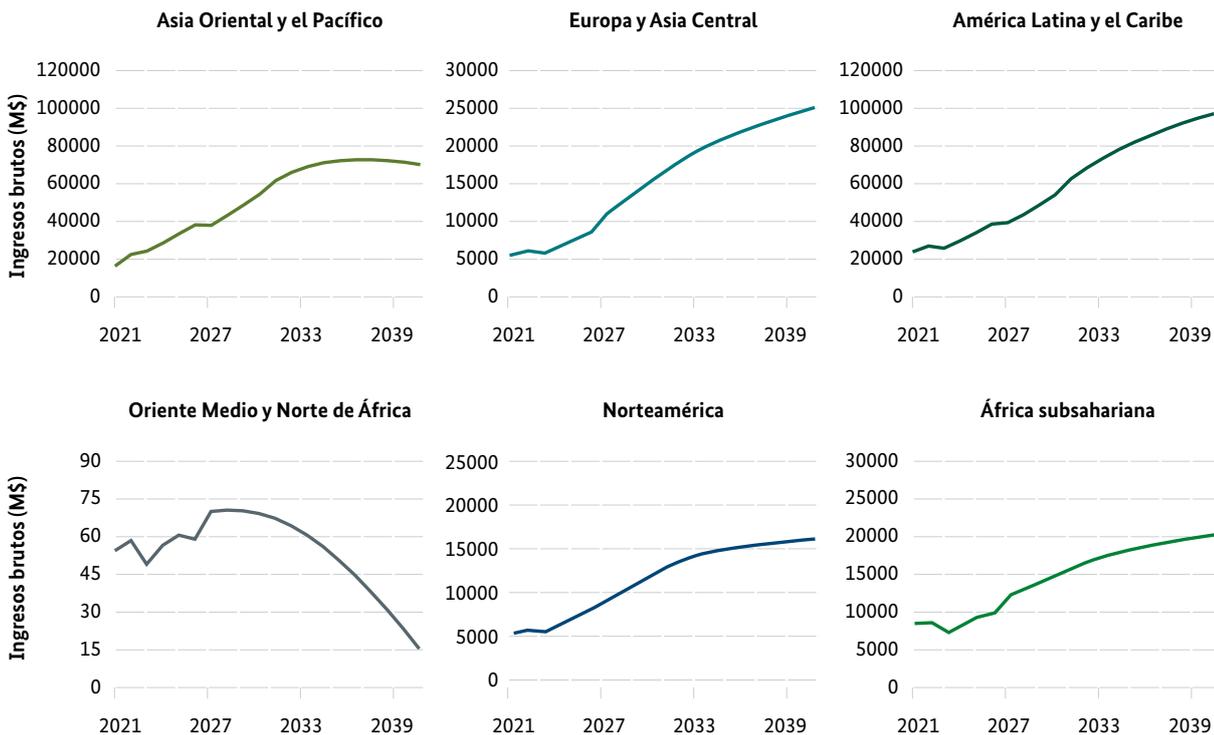
Esquema 6.7: Porcentaje anual de ingresos brutos como porcentaje del PIB en 2021 por grupo de renta del país



Nota: Estimaciones según el escenario central APS.

Asimismo, observamos que los ingresos brutos en la mayoría de las regiones aumentan significativamente antes del año 2030. Posteriormente, el crecimiento se desacelera en la década de 2030 (*Esquema 6.8*). Solo en una región, Oriente Medio y Norte de África, los ingresos anuales brutos disminuyen con el tiempo. Este descenso se debe principalmente a los bajos niveles actuales de producción de minerales en transición energética y a una base de reservas probadas muy limitada.

Esquema 6.8: Ingresos brutos anuales por regiones determinadas

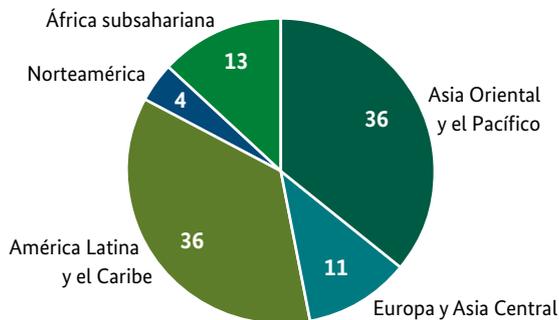


Nota: Estimaciones según el escenario central APS.

6.2.2. Potencial de ingresos públicos

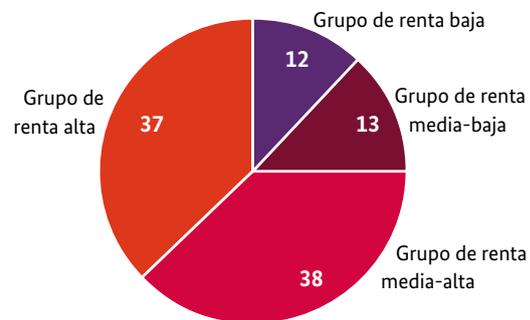
Los potenciales ingresos públicos recaudados en cada región y en los respectivos grupos de renta muestran una tendencia similar a la observada en la generación de ingresos brutos (*Esquema 6.9*). Estimamos que la mayor parte de los ingresos públicos serán recaudados por los países de la región de América Latina y el Caribe, seguidos de Asia Oriental y el Pacífico. Los gobiernos de los países de América del Norte serán los que menos ingresos recauden de los minerales de la transición energética. Los países del África subsahariana se beneficiarán del 13% de los ingresos públicos totales generados por la extracción de minerales energéticos en los próximos 20 años. Dada la escasa producción actual y la limitada base de reservas en Asia meridional, y África del Norte y Oriente Medio, los gobiernos de estas regiones solo recibirán ingresos ínfimos. Si nos fijamos en los grupos de renta, estimamos que la mayor parte de los ingresos públicos se recaudarán en los países de renta media-alta (el 40% de los ingresos públicos totales), seguidos de los países del grupo de renta alta (*Esquema 6.10*). Los países de renta baja y media-baja recibirán el 12% y el 13% del total de ingresos públicos, respectivamente.

Esquema 6.9: Porcentaje total de ingresos públicos por región (in %)



Nota: Estimaciones según el escenario central APS.

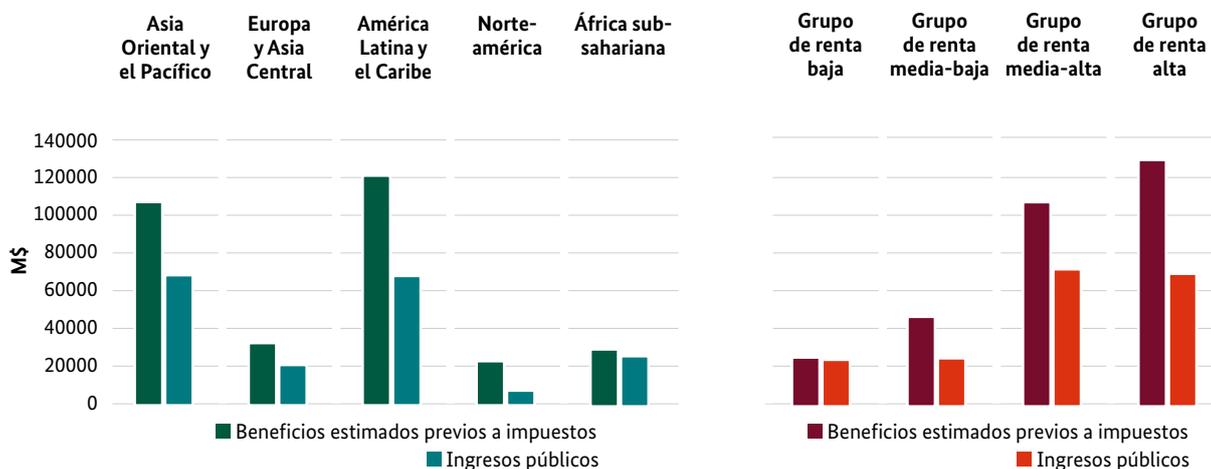
Esquema 6.10: Porcentaje de ingresos públicos totales por grupo de renta (in %)



Nota: Estimaciones según el escenario central APS.

Si se comparan las estimaciones de ingresos públicos con los beneficios previos a impuestos, se observa que la proporción de ingresos públicos procedentes de beneficios previos a impuestos es la más elevada en el África subsahariana y comparativamente baja en Norteamérica y América Latina. Esto refleja tasas medias de regalías e impuestos más elevadas en África subsahariana (véase el [Anexo B](#)).

Esquema 6.11: Total de beneficios estimados previos a impuestos e ingresos públicos en las regiones y grupos de renta para los países determinados



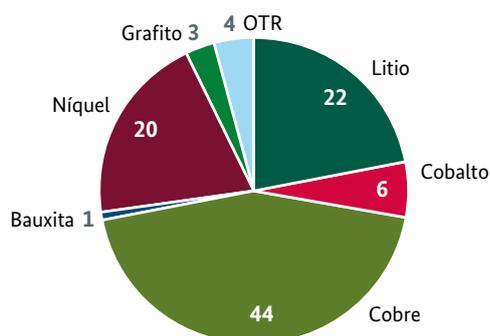
Los grupos de países de renta baja tienden a aplicar a los minerales de la transición energética unos impuestos proporcionalmente superiores a los de renta alta (véase el [Esquema 6.11](#)). La tasa efectiva combinada de regalías e impuestos puede ser alta y, por lo tanto, las estimaciones de ingresos fiscales se aproximan a los beneficios estimados previos a impuestos, especialmente cuando una gran parte de estos ingresos se recauda mediante regalías *ad valorem*. Este es el caso de la RDC, que presenta el mayor potencial de recaudación de ingresos procedentes de minerales de la transición la energética del África subsahariana. La RDC cobra actualmente una regalía del 10% sobre los ingresos brutos.

6.3. Estimaciones del potencial de ingresos de cada mineral de transición energética

En esta sección presentamos las estimaciones del potencial de ingresos para cada mineral de la transición energética en formato de ficha técnica, junto con información clave sobre el papel del mineral en la transición energética, las reservas y la producción actuales en todo el mundo, y las previsiones de demanda y precios. Las estimaciones del potencial de ingresos se generaron utilizando la metodología descrita en la [sección 4](#).

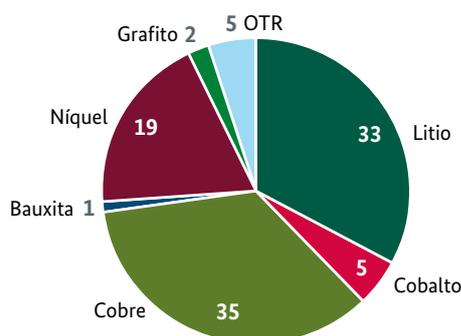
En nuestro escenario central, la mayor parte de los ingresos públicos procederán del cobre, seguido del litio y el níquel (*Esquema 6.12*). El litio se convierte en un contribuyente cada vez más importante a los ingresos públicos en escenarios con una transición energética más rápida y precios de los minerales más altos (*Esquema 6.13*). Es probable que el cobalto, los óxidos de tierras raras y el grafito sean importantes generadores de ingresos a nivel regional. Los menores ingresos provendrán de la producción de bauxita. Esto se debe a que se espera que los precios de la bauxita se mantengan comparativamente estables y bajos, ya que la demanda de la transición energética solo provocará un aumento relativamente pequeño en la demanda total de aluminio, siendo este ya uno de los materiales más reciclados a nivel mundial.

Esquema 6.12: Porcentaje total de ingresos públicos por mineral (in %)



Nota: Estimación según el escenario central APS.

Esquema 6.13: Porcentaje de ingresos públicos por mineral en transición rápida y precios altos



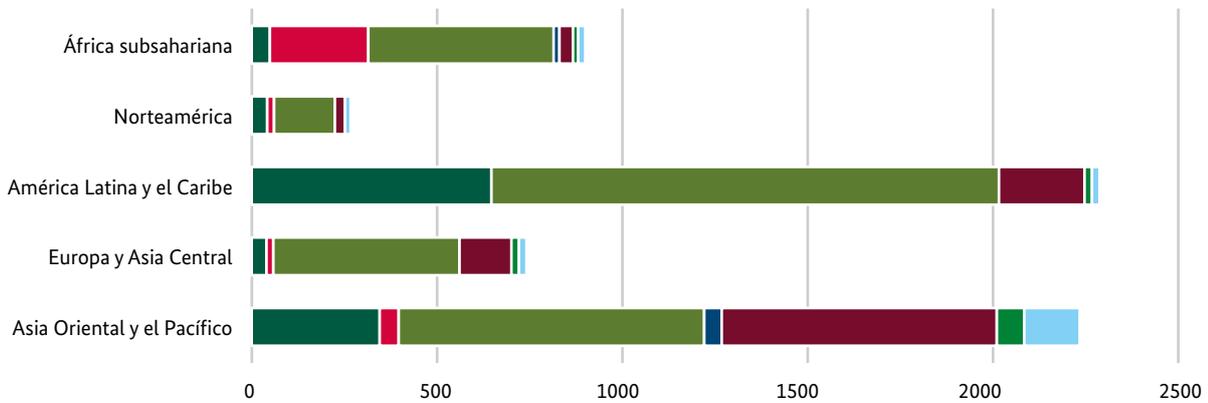
Nota: Estimación según el escenario alto NZE.

El cobre suele ser también el principal motor de los ingresos en la mayoría de las regiones y en la mayoría de los escenarios (véanse los *Esquemas 6.14* y *6.15*). En América Latina y el Caribe, el cobre y el litio son los minerales más importantes, y la relevancia del litio aumenta en los escenarios de cero emisiones netas más ambiciosos (*Esquema 6.16*). Asia Oriental y el Pacífico serán los más beneficiados por el níquel, seguido del cobre y el litio. Los ingresos procedentes de los óxidos de tierras raras se generarán sobre todo en Asia Oriental y el Pacífico, y solo se proyectarán pequeñas cantidades en otras regiones en función de la producción actual y de las reservas conocidas. En África subsahariana, el cobalto también será un importante motor de los ingresos públicos.

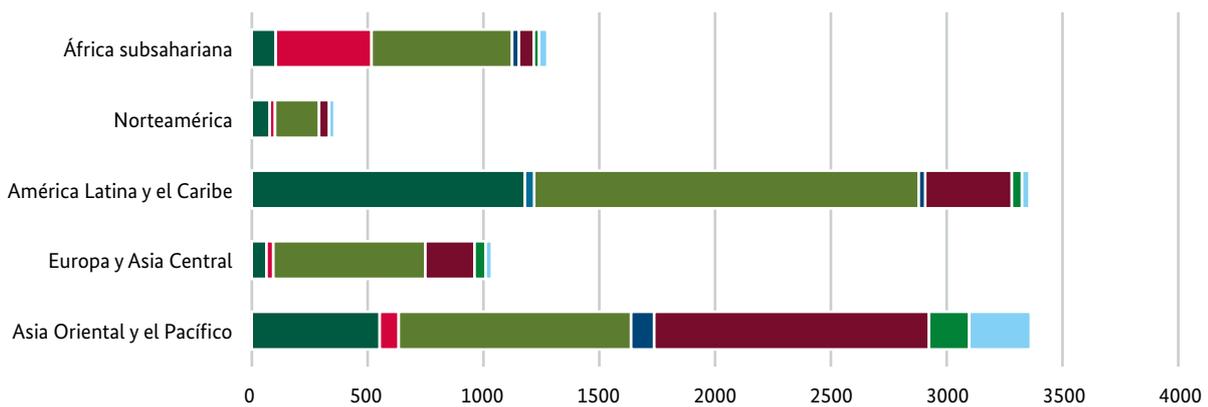
Las fichas de las siguientes subsecciones ofrecen más información sobre cada mineral de transición energética.

Ingresos públicos por mineral en diferentes regiones ...

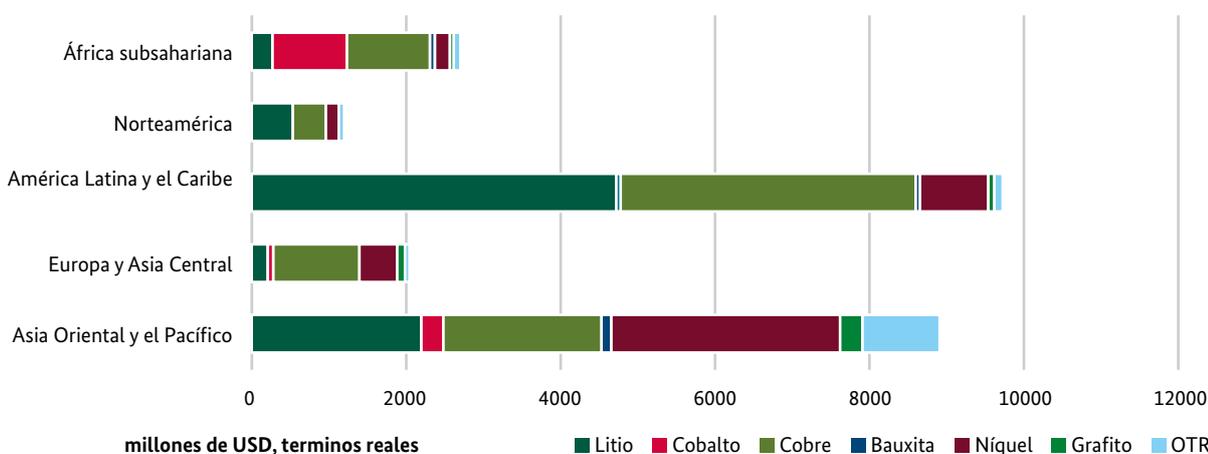
Esquema 6.14: ... en el escenario central STEPS



Esquema 6.15: ... en el escenario central APS



Esquema 6.16: ... en el escenario alto NZE/SDS



millones de USD, terminos reales

■ Litio ■ Cobalto ■ Cobre ■ Bauxita ■ Níquel ■ Grafito ■ OTR







6.4. Ficha sobre la bauxita

Por qué la bauxita será fundamental en la transición energética

La mayor parte de la producción mundial de bauxita (aproximadamente el 85 %) se utiliza como materia prima para la fabricación de alúmina. Posteriormente, la mayor parte de la alúmina resultante se utiliza como materia prima para producir aluminio metálico. En la transición energética, el aluminio será necesario para los vehículos eléctricos (para reducir el peso y en las baterías), las redes eléctricas y los paneles solares. Todas las demás tecnologías de energías limpias también requieren aluminio en cantidades variables.

Usos principales de la bauxita en la transición energética



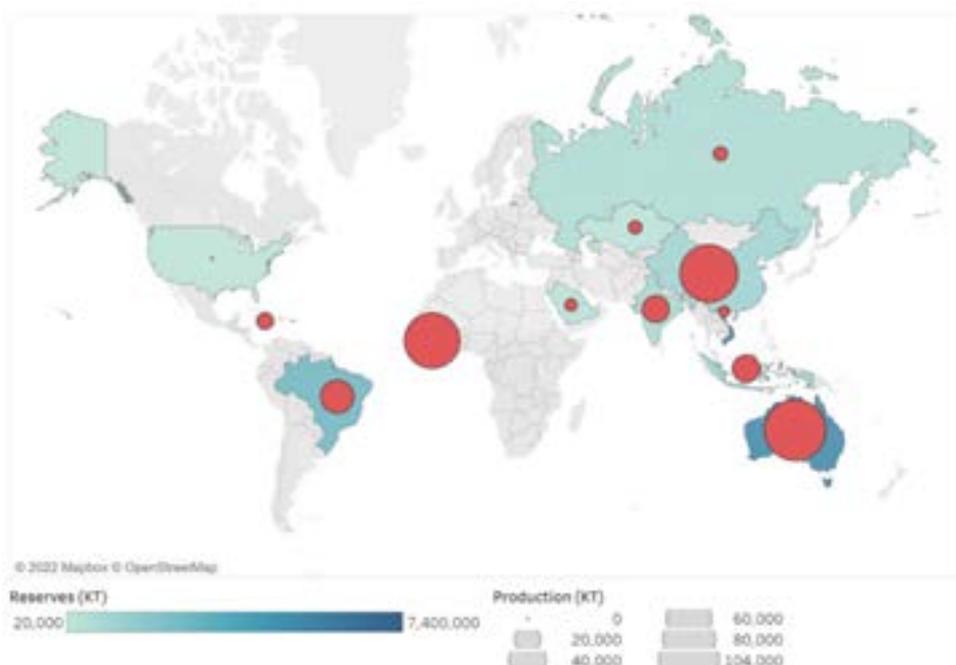
El sombreado indica la importancia del mineral para una transición energética limpia concreta: ● = alta ● = moderada ● = baja
 CSP = energía solar concentrada Grid = redes eléctricas VE = vehículos eléctricos e incluye baterías

Fuente: AIE (2021).

Reservas conocidas de bauxita y producción actual

Existen reservas suficientes de bauxita (y alúmina) para cubrir toda la demanda derivada de la transición energética. Australia, China y Guinea son los mayores productores del mundo y juntos representan más de dos tercios de la producción mundial. Los tres países tienen grandes reservas y un importante exceso de capacidad de producción.

Reservas y producción de bauxita (2020)

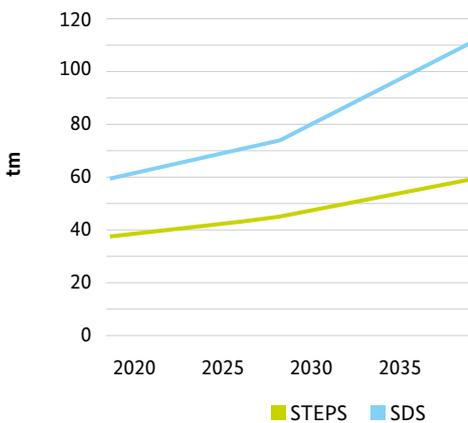


Fuente: USGS (2022). Mineral Commodity Summaries 2022. Departamento del Interior de EE. UU., Servicio Geológico de EE. UU.

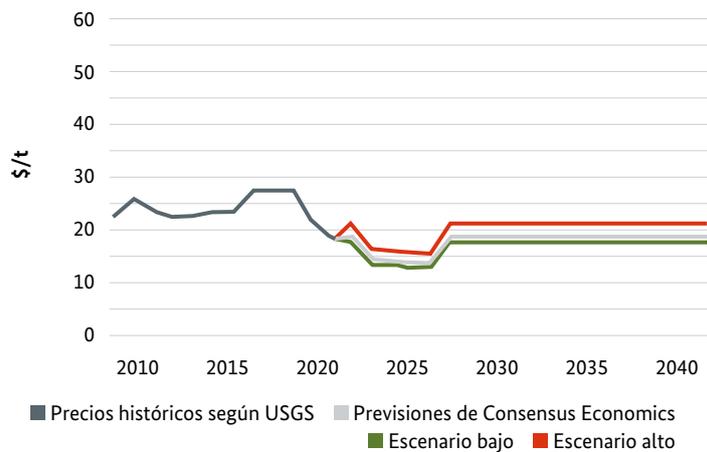
Proyecciones de la demanda y el precio de la bauxita

Dadas las grandes reservas y el abundante exceso de capacidad de producción, se pronostica que la oferta de bauxita cubrirá la demanda incluso en los escenarios más rápidos de desarrollo de energías renovables. En consecuencia, se prevé que el precio de la bauxita se mantenga relativamente estable en las próximas décadas. Sin embargo, es posible que la capacidad de refinado de aluminio, que requiere un alto consumo energético, tenga dificultades para satisfacer la demanda, lo que podría provocar picos significativos en el precio del aluminio.

Proyecciones de la demanda primaria neta de bauxita



Proyecciones de precios de la bauxita



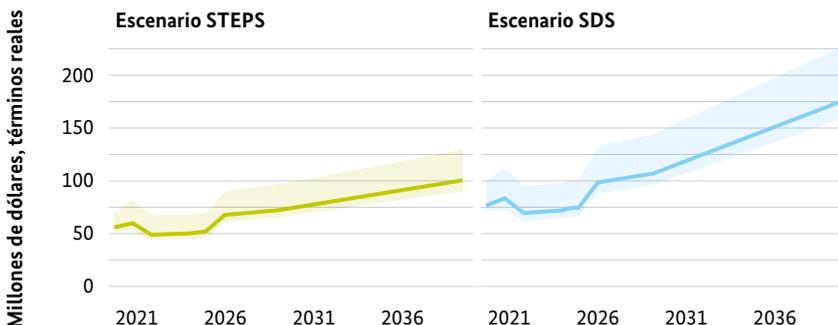
Fuente: Gregoir y van Acker (2022), cálculos propios de los autores.

Fuente: USGS (2022), Consensus Economics (2022).

Potencial de ingresos de la bauxita

El potencial de ingresos anuales derivados de la demanda de bauxita para la transición energética se estima en 72 millones de dólares para 2030 y 99 millones para 2040 en el escenario de transición STEPS y utilizando hipótesis centrales de precios y rentabilidades. Esta cifra aumenta en el escenario de transición más rápida SDS hasta 110 millones de dólares en 2030 y 175 millones de dólares en 2040 (también utilizando hipótesis centrales de precios y rentabilidades). En el escenario de precios y rentabilidad elevados y transición SDS más rápida, el potencial de ingresos alcanza los 227 millones de dólares al año en 2040, mientras que el escenario STEPS más lento, con precios y rentabilidades más bajos, podría generar tan solo 90 millones de dólares al año.

Ingresos públicos anuales estimados de la demanda de bauxita para la transición energética



Fuente: Cálculos propios de los autores. Nota: La línea muestra el escenario central, el área sombreada muestra los escenarios alto y bajo.

6.5. Ficha sobre el cobalto

Por qué el cobalto será fundamental en la transición energética

El cobalto es un metal utilizado en numerosas y diversas aplicaciones comerciales, industriales y militares, muchas de las cuales son estratégicas y críticas. El principal uso del cobalto es en electrodos de baterías recargables, cuya producción se espera que crezca exponencialmente en los próximos años debido a la transición a los vehículos eléctricos y al creciente uso de baterías para el almacenamiento en red.

Principales usos del cobalto en la transición energética



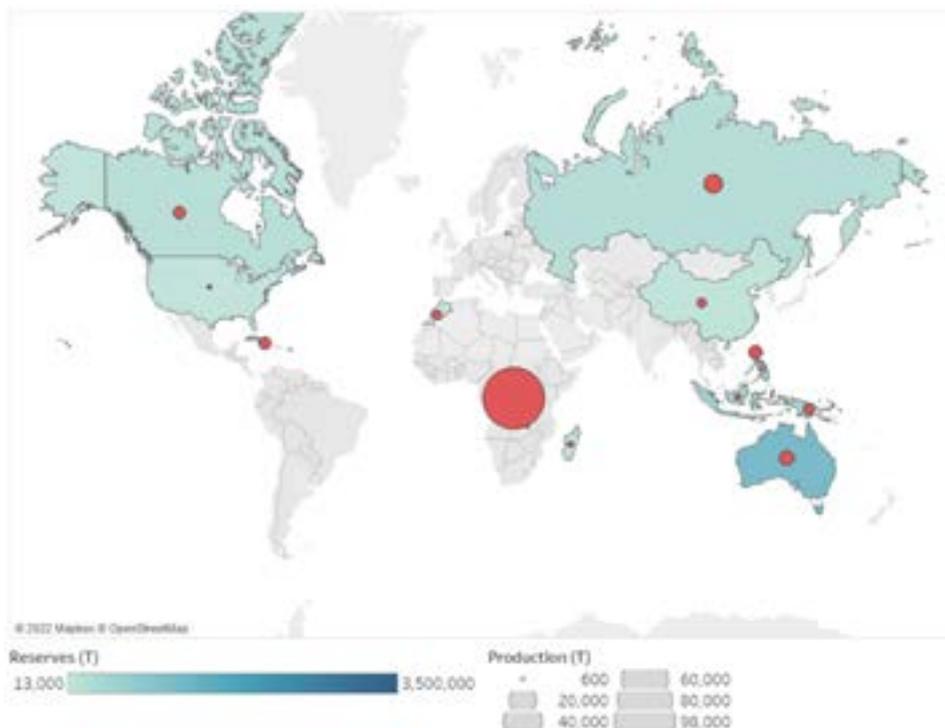
El sombreado indica la importancia del mineral para una transición energética limpia concreta: ● = alta ● = moderada ● = baja
 CSP = energía solar concentrada Grid = redes eléctricas VE = vehículos eléctricos e incluye baterías

Fuente: AIE (2021).

Reservas conocidas de cobalto y producción actual

La República Democrática del Congo (RDC) alberga la mitad de las reservas mundiales conocidas de cobalto, y actualmente representa alrededor del 70% de la producción mundial. Una parte importante de las exportaciones de cobalto de la RDC procede de la minería artesanal y de pequeña escala.

Reservas y producción de cobalto (2020)

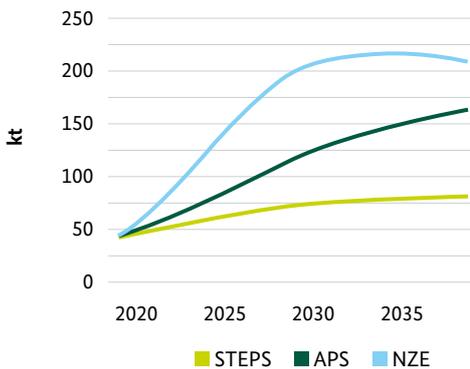


Fuente: USGS (2022). Mineral Commodity Summaries 2022. Departamento del Interior de EE. UU., Servicio Geológico de EE. UU.

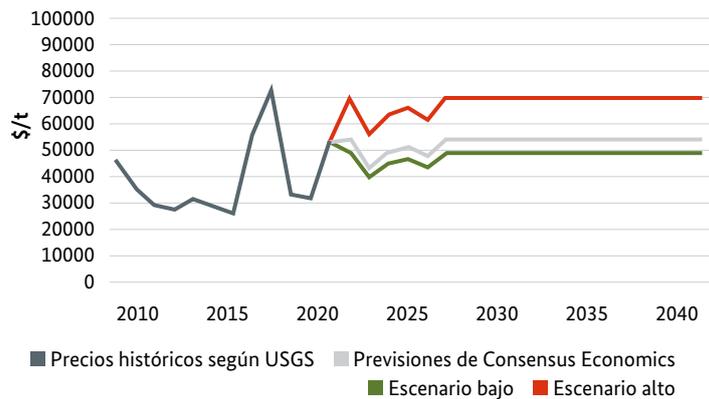
Proyecciones de la demanda y el precio del cobalto

Aunque los productores de baterías están reduciendo el uso de cobalto en las mismas, se espera que la demanda de cobalto para la transición energética crezca entre un 7% y un 10% anual hasta 2040. La mayor parte del cobalto primario se obtiene como subproducto de la producción de cobre y níquel. Se prevé que el crecimiento de la producción de estos minerales sea entre un 3% y un 4% inferior al crecimiento necesario del cobalto, lo que podría crear un déficit de suministro y una proyección de precios relativamente altos a largo plazo. Se prevé que el reciclaje de cobalto aumente lentamente con el tiempo, por lo que la mayor parte de la demanda deberá cubrirse con la minería.

Proyecciones de la demanda primaria neta de cobalto



Proyecciones del precio del cobalto



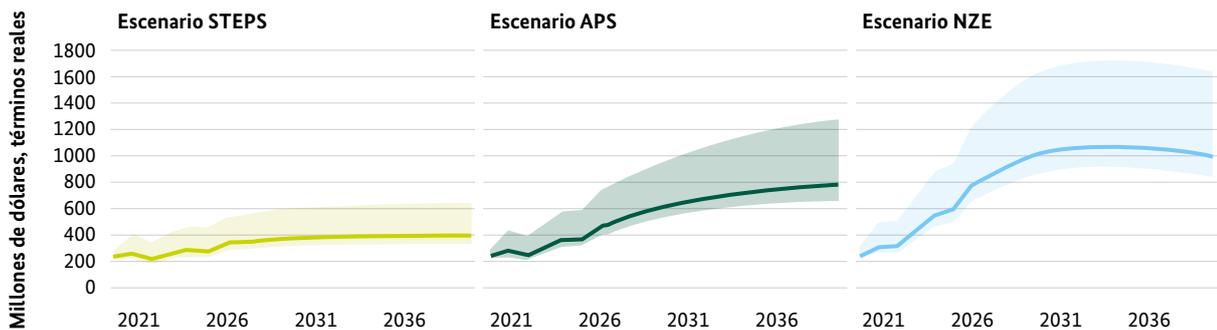
Fuente: Kim et al. (2022), cálculos propios de los autores.

Fuente: LME(2022), Consensus Economics (2022).

Potencial de ingresos del cobalto

El potencial de ingresos anuales derivados de la demanda de cobalto en la transición energética se estima en 380 millones de dólares para 2030 y 400 millones para 2040 en el escenario de transición STEPS y utilizando hipótesis centrales de precios y rentabilidad. Esto aumenta en el escenario de transición más rápida APS a 600 millones de dólares en 2030 y 780 millones en 2040, y a unos 1 000 millones de dólares en 2040 en el escenario NZE (suponiendo un escenario central de precios y rentabilidad). En el escenario de precios y rentabilidades elevados y transición NZE más rápida, el potencial de ingresos asciende a 1 700 millones de dólares anuales en 2040, mientras que el escenario STEPS, más lento y con precios y rentabilidades más bajos, podría generar tan solo 340 millones de dólares anuales.

Ingresos públicos anuales estimados por la demanda de cobalto de la transición energética



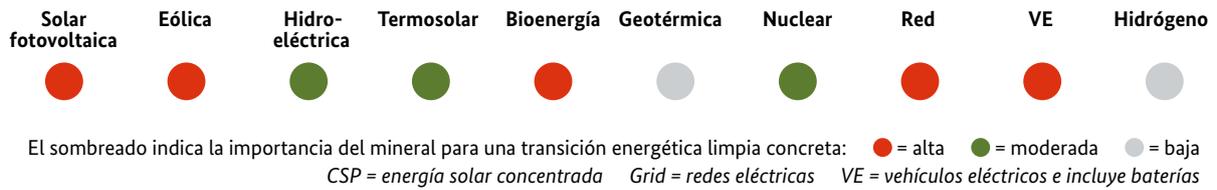
Fuente: Cálculos propios de los autores. Nota: La línea muestra el escenario central, el área sombreada muestra los escenarios alto y bajo.

6.6. Ficha sobre el cobre

Por qué el cobre será fundamental en la transición energética

El cobre es esencial para todos los planes de transición energética, ya que es la materia prima clave para los cables de transmisión de electricidad. Con el rápido aumento de la electrificación de los sistemas energéticos en todo el mundo, la demanda de cobre ya está aumentando de forma significativa.

Principales usos del cobre en la transición energética



Fuente: AIE (2021).

Reservas de cobre conocidas y producción actual

Las reservas de cobre están muy extendidas por todo el mundo y la producción está relativamente dispersa. Hay suficientes reservas de cobre disponibles para satisfacer la demanda de la transición energética. Sin embargo, las leyes del mineral de cobre están disminuyendo en todo el mundo (ya que la industria produce primero a partir de los yacimientos de mayor calidad), y los impactos perjudiciales de la minería del cobre sobre el uso de la tierra y el agua dulce son cada vez más controvertidos en muchos países productores de cobre.

Reservas y producción de cobre (2020)

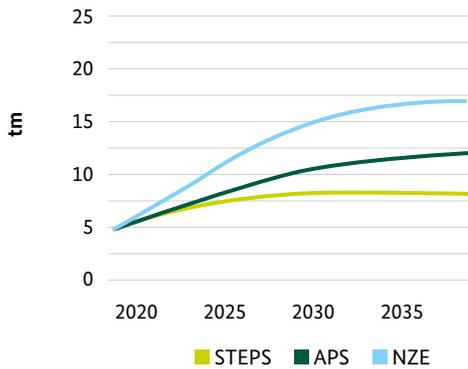


Fuente: USGS (2022). Mineral Commodity Summaries 2022. Departamento del Interior de EE. UU., Servicio Geológico de EE. UU.

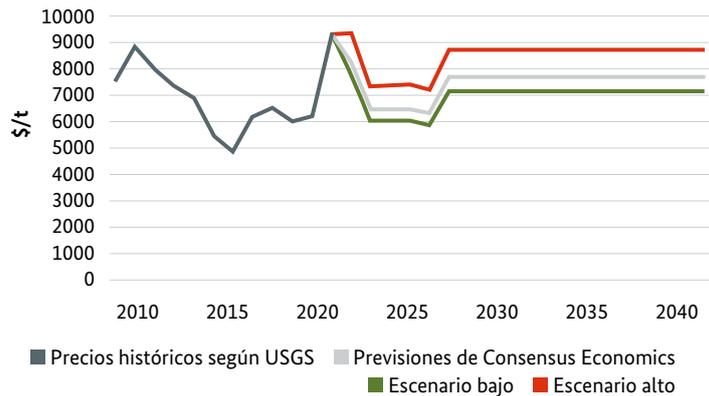
Proyecciones de la demanda y el precio del cobre

Se prevé que la demanda de cobre crezca entre un 1,6% y un 2,8% anual hasta 2040. A diferencia de muchos otros minerales de la transición energética, la creciente demanda de cobre puede satisfacerse mediante el aumento de los niveles de oferta secundaria gracias a los sistemas establecidos de recogida y reciclaje de cobre y a la existencia de una amplia base instalada. Por lo tanto, no se prevén picos de precios significativos en las proyecciones a largo plazo del precio del cobre.

Proyecciones de la demanda primaria neta de cobre



Proyecciones del precio del cobre



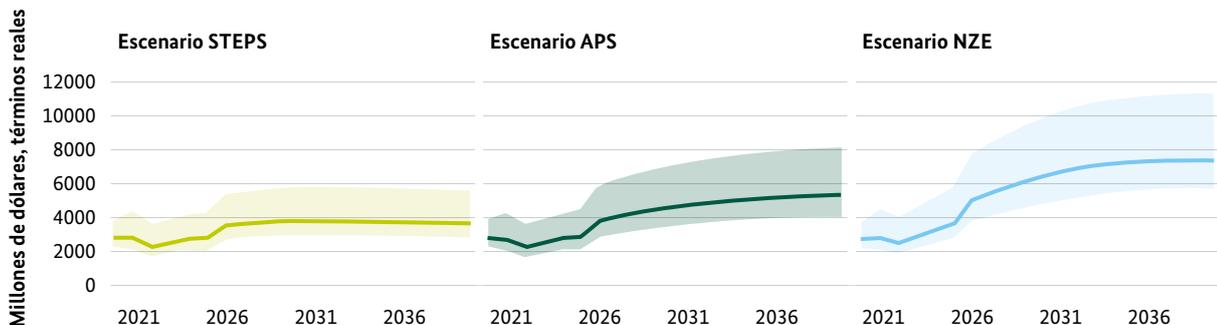
Fuente: Kim et al. (2022), cálculos propios de los autores.

Fuente: USGS (2022), Consensus Economics (2022).

Potencial de ingresos del cobre

El potencial de ingresos anuales derivados de la demanda de cobre en la transición energética se estima en 3 700 millones de dólares para 2030 y 3 600 millones para 2040 en el escenario de transición STEPS y utilizando hipótesis centrales de precios y rentabilidades. Esta cifra aumenta en el escenario de transición más rápida de APS a 4 500 millones de dólares en 2030 y 5 300 millones en 2040 (también utilizando un escenario central de precios y rentabilidades). En el escenario de precios y rentabilidades elevados y transición NZE más rápida, el potencial de ingresos alcanza los 11 000 millones de dólares anuales en 2040, mientras que el escenario STEPS más lento, con precios y rentabilidades más bajos, podría generar tan solo 2 800 millones de dólares anuales.

Ingresos públicos anuales estimados por la demanda de cobre en la transición energética



Fuente: Cálculos propios de los autores. Nota: La línea muestra el escenario central, el área sombreada muestra los escenarios alto y bajo.

6.7. Ficha sobre el grafito

Por qué el grafito será fundamental en la transición energética

El mineral grafito, como material anódico, es una parte crucial de las baterías de iones de litio (Li-on). Aunque se ha prestado especial atención a la creciente demanda de materiales para los cátodos de las baterías, como el litio y el cobalto, no se ha prestado tanta atención al grafito, a pesar de que este material anódico se enfrenta a problemas similares.

Principales usos del grafito en la transición energética



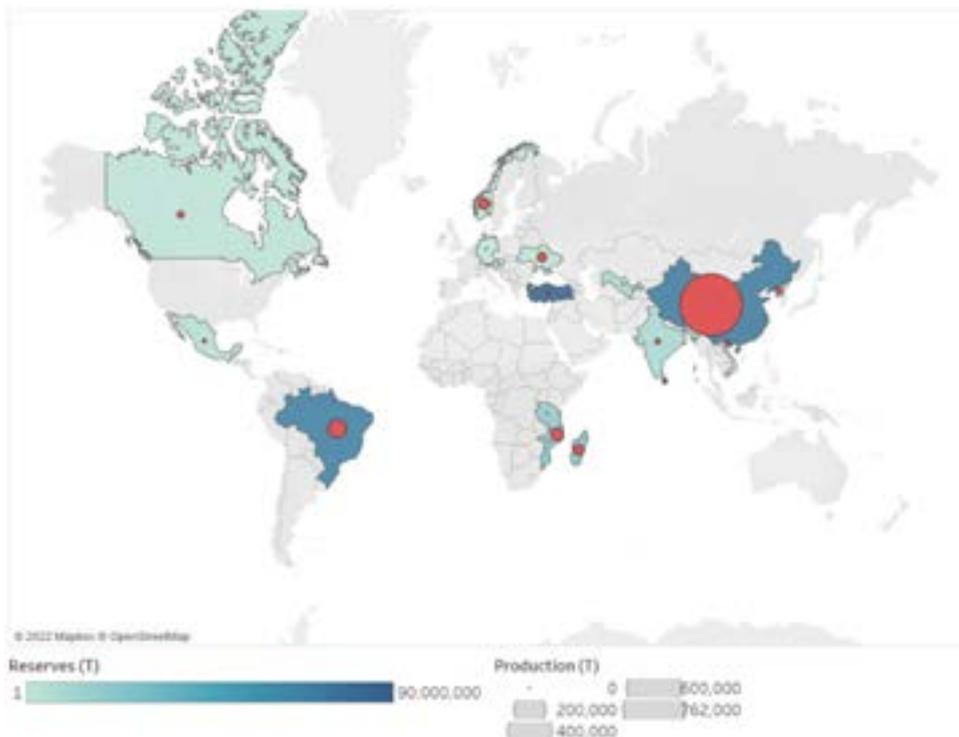
El sombreado indica la importancia del mineral para una transición energética limpia concreta: ● = alta ● = moderada ● = baja
 CSP = energía solar concentrada Grid = redes eléctricas VE = vehículos eléctricos e incluye baterías

Fuente: AIE (2021)

Reservas conocidas de grafito y producción actual

Las reservas de grafito para baterías están geográficamente dispersas y son relativamente abundantes. China, Brasil y Turquía poseen los mayores yacimientos conocidos de grafito. La mayor parte de la producción se concentra actualmente en China (80% de la producción mundial en 2020), aunque varias empresas están explorando, desarrollando y produciendo en África Oriental, así como en Escandinavia y América.

Reservas y producción de grafito (2020)

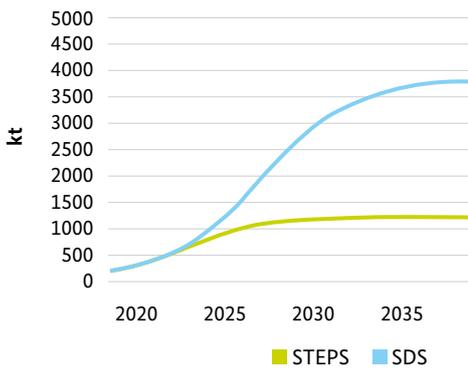


Fuente: USGS (2022). Mineral Commodity Summaries 2022. Departamento del Interior de EE. UU., Servicio Geológico de EE. UU.

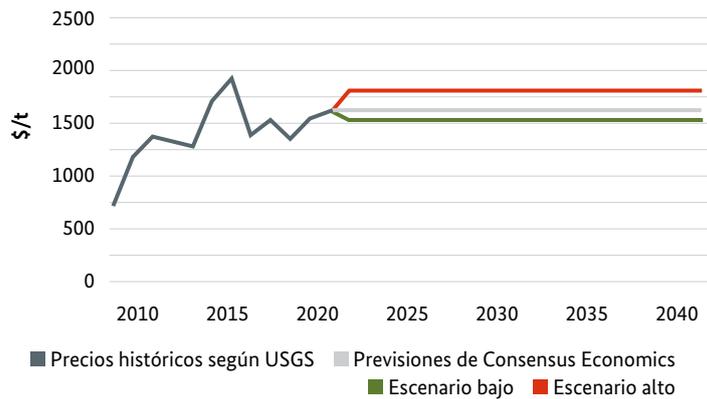
Proyecciones de la demanda y el precio del grafito

La AIE prevé que la demanda de grafito crecerá más rápido que la de cualquier otro mineral de transición energética. Para 2030, se espera que la demanda de grafito al menos se triplique en relación con la producción mundial actual. Se prevé que las grandes presiones de la demanda se traduzcan en un precio a largo plazo relativamente alto en comparación con los niveles históricos. También existe la posibilidad de una gran volatilidad en los mercados del grafito hasta 2040, dados los posibles desajustes periódicos entre la oferta y la demanda.

Proyecciones de la demanda primaria neta de grafito



Proyecciones del precio del grafito



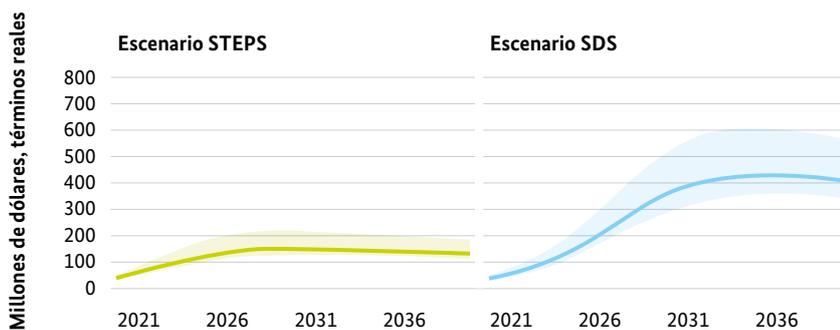
Fuente: Gregoir and van Acker (2022), cálculos propios de los autores.

Fuente: USGS (2022), el escenario central de precios es la media de los precios previstos en los estudios de viabilidad de cinco proyectos.

Potencial de ingresos del grafito

El potencial de ingresos anuales derivados de la demanda de grafito para la transición energética se estima en 146 millones de dólares para 2030 y 127 millones de dólares para 2040 en el escenario de transición STEPS y utilizando hipótesis de precios y rentabilidades centrales. Esta cifra aumenta en el escenario de transición más rápida SDS hasta 335 millones de dólares en 2030 y 404 millones de dólares en 2040 (también suponiendo un escenario central de precios y rentabilidades). En el escenario de precios y rentabilidades elevados y transición SDS más rápida, el potencial de ingresos asciende a 568 millones de dólares anuales en 2040, mientras que el escenario STEPS más lento, con precios y rentabilidades más bajos, podría generar tan solo 107 millones de dólares anuales.

Ingresos públicos anuales estimados de la demanda de grafito para la transición energética



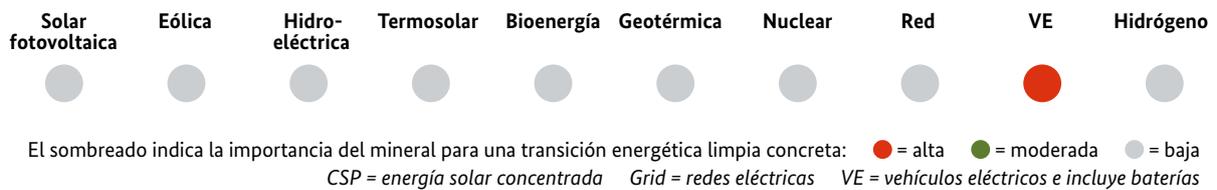
Fuente: Cálculos propios de los autores. Nota: La línea muestra el escenario central, el área sombreada muestra los escenarios alto y bajo.

6.8. Ficha sobre el litio

Por qué el litio será fundamental en la transición energética

La demanda de litio para la transición energética está impulsada por su uso en baterías de iones de litio. La mayoría de las baterías de iones de litio se destinan a vehículos eléctricos, y una parte menor al almacenamiento en red.

Principales usos del litio en la transición energética

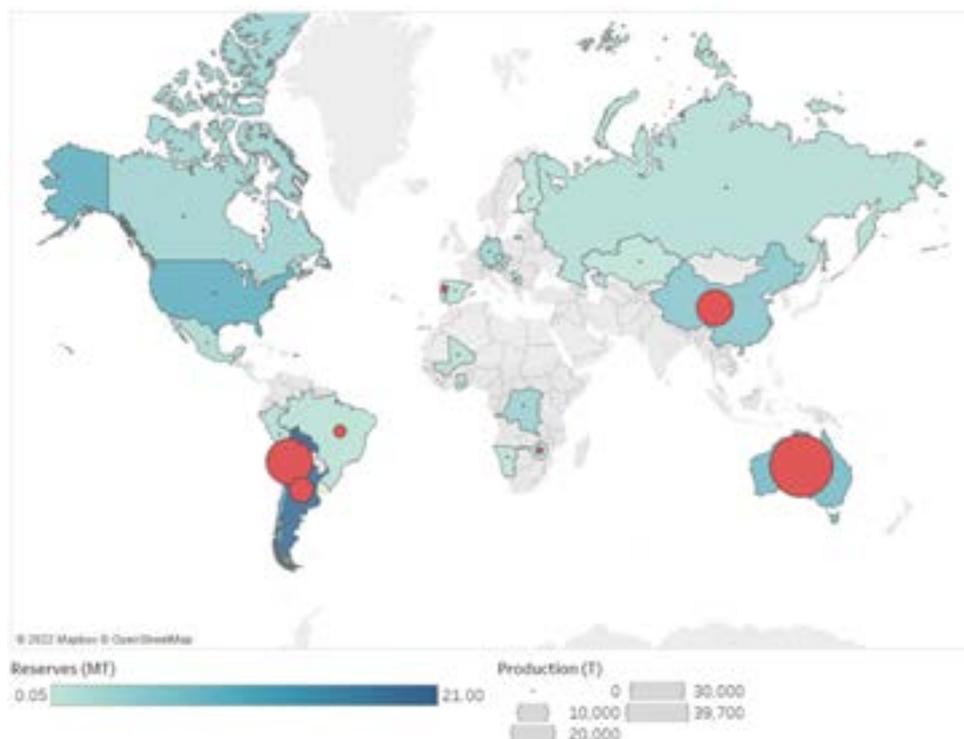


Fuente: AIE (2021)

Reservas conocidas de litio y producción actual

El litio es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre, pero los niveles de producción actuales son bajos en comparación con la demanda prevista. Por tanto, la producción de litio deberá aumentar considerablemente para satisfacer la demanda de la transición energética. Chile, Bolivia y Argentina cuentan con las mayores reservas conocidas de salmueras de litio, mientras que Australia posee una gran cantidad de reservas de litio en forma de mineral de espodumeno.

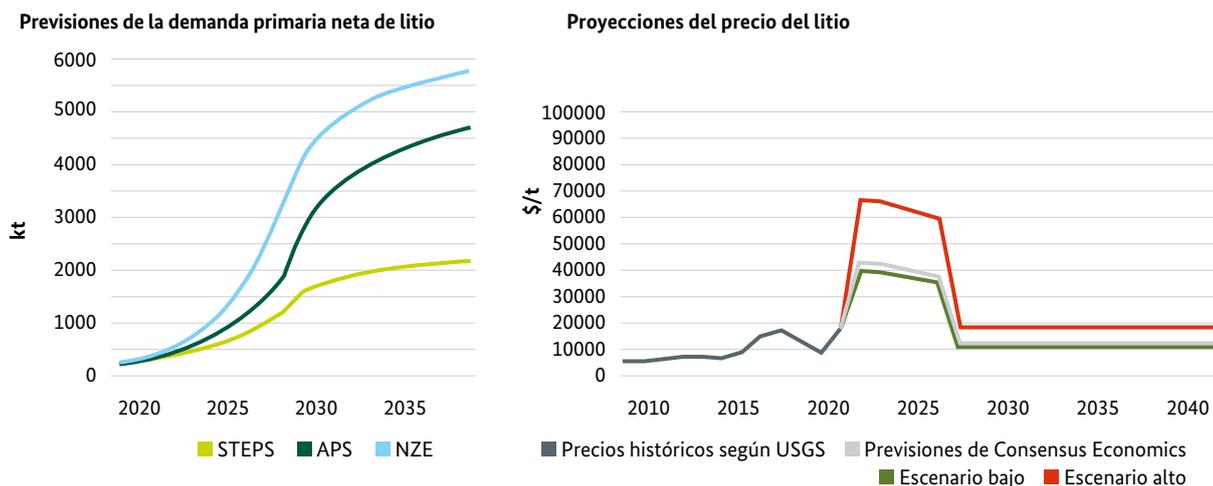
Reservas y producción de litio (2020)



Fuente: USGS (2022). Mineral Commodity Summaries 2022. Departamento del Interior de EE. UU., Servicio Geológico de EE. UU.

Proyecciones de la demanda y el precio del litio

Se prevé que la demanda de litio aumente drásticamente en todos los escenarios de transición energética, lo que requerirá una gran respuesta de la oferta por parte del sector minero. Por lo tanto, los precios del litio a largo plazo podrían ser relativamente altos en comparación con los precios históricos, y potencialmente volátiles dada la probabilidad de desajustes entre la oferta y la demanda.



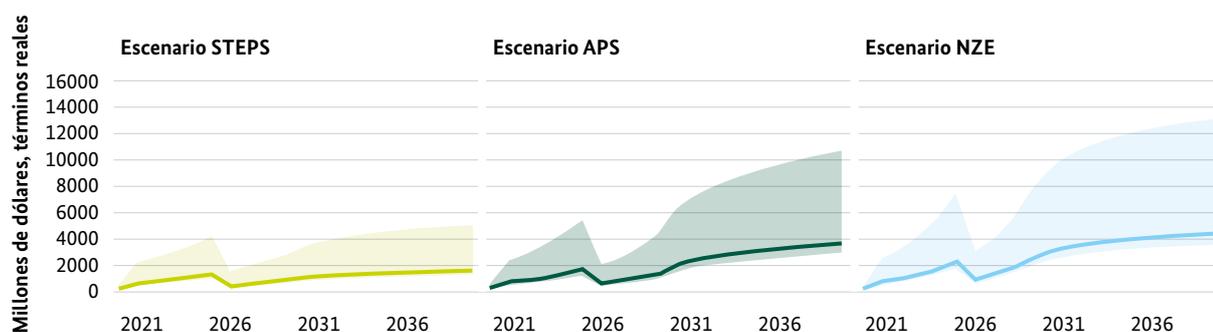
Fuente: Kim et. Al. (2022), cálculos propios de los autores.

Fuente: USGS (2022), Consensus Economics (2022).

Potencial de ingresos del litio

El potencial de ingresos anuales derivados de la demanda de litio para la transición energética se estima en 725 millones de dólares para 2030 y en 1 700 millones de dólares para 2040 en el escenario de transición STEPS y utilizando hipótesis centrales de precios y rentabilidades. Esto aumenta bajo el escenario de transición más rápida APS a 620 millones de dólares en 2030 y 3 600 millones de dólares en 2040. En el escenario de precios y rentabilidades elevados y transición NZE más rápida, el potencial de ingresos alcanza los 13 000 millones de dólares anuales en 2040, mientras que el escenario STEPS más lento, con precios y rentabilidades más bajos, podría generar tan solo 1 400 millones de dólares anuales. La brusca caída de la proyección de ingresos en 2026 se debe al descenso previsto de los precios tras un periodo de rápido aumento de estos entre 2021 y 2026.

Ingresos públicos anuales estimados por la demanda de litio para la transición energética



Fuente: Cálculos propios de los autores. Nota: La línea muestra el escenario central, el área sombreada muestra los escenarios alto y bajo.

6.9. Ficha sobre el níquel

Por qué el níquel será fundamental en la transición energética

El níquel se vende principalmente para su primer uso como metal refinado (cátodo, polvo, briquetas, etc.) o ferroníquel. Alrededor del 65 % del níquel consumido en las economías avanzadas se utiliza para fabricar acero inoxidable austenítico. Las propiedades del níquel facilitan su utilización en todo el espectro de tecnologías energéticas limpias: geotermia, baterías para vehículos eléctricos y almacenamiento de energía en red, hidrógeno, energía eólica y energía termosolar.

Principales usos del níquel en la transición energética



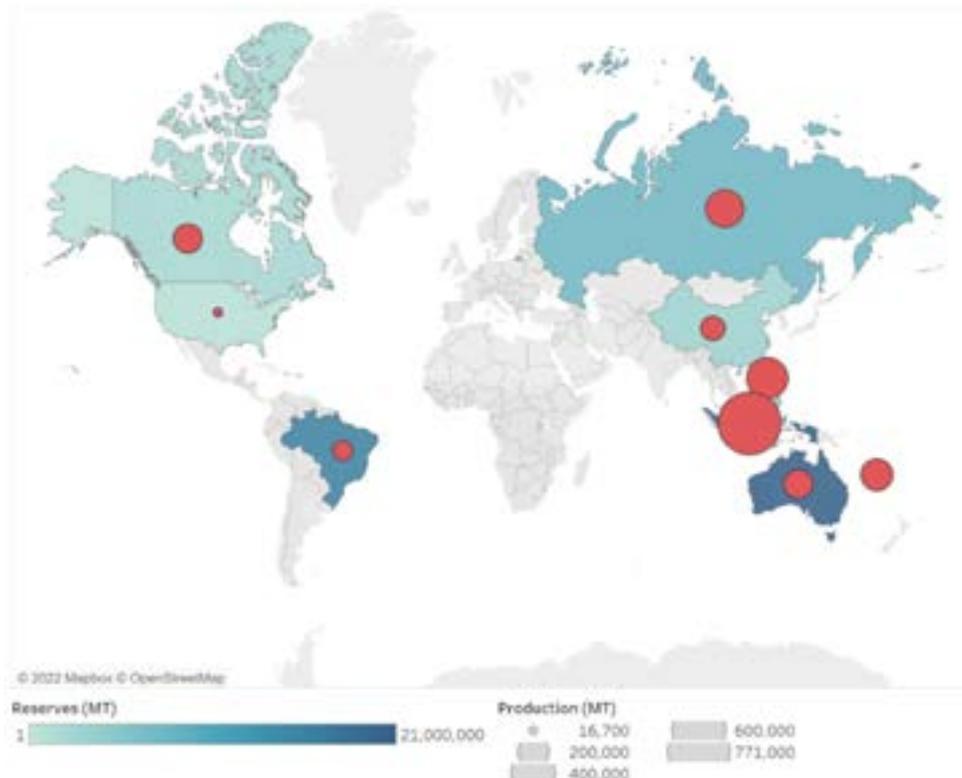
El sombreado indica la importancia del mineral para una transición energética limpia concreta: ● = alta ● = moderada ● = baja
 CSP = energía solar concentrada Grid = redes eléctricas VE = vehículos eléctricos e incluye baterías

Fuente: AIE (2021)

Reservas conocidas de níquel y producción actual

Los recursos terrestres conocidos de níquel se estiman en 300 millones de toneladas métricas, distribuidas principalmente en América, Asia y el Pacífico, con pocas reservas conocidas en África o Europa. En 2020, la producción mundial de níquel extraído alcanzó unos 2,5 millones de toneladas métricas, lo que supuso un descenso de casi el 8 % en comparación con el año anterior. No obstante, representó más del doble de la cantidad producida en 2000.

Reservas y producción de níquel (2020)

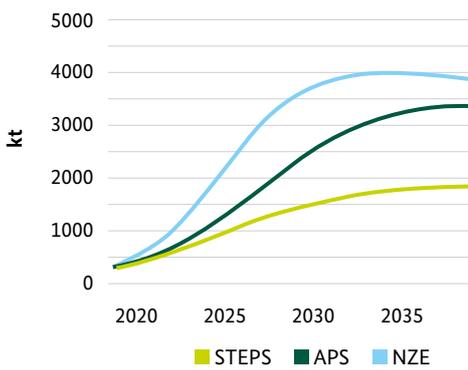


Fuente: USGS (2022). Mineral Commodity Summaries 2022. Departamento del Interior de EE. UU., Servicio Geológico de EE. UU.

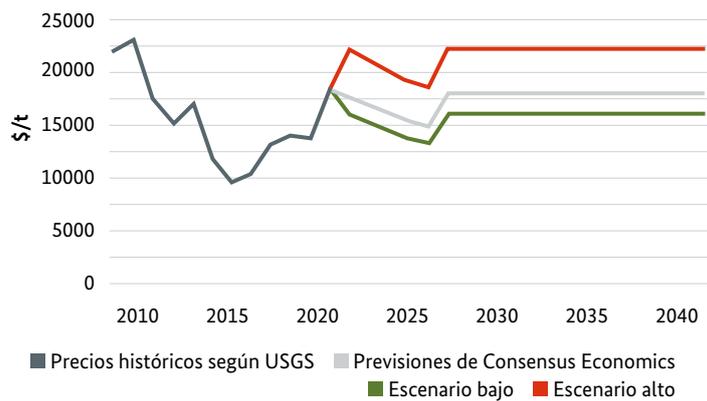
Proyecciones de la demanda y el precio del níquel

Se prevé que la adopción generalizada de vehículos eléctricos en 2050 multiplique por cuatro la demanda de níquel. Las reservas mundiales de níquel son suficientes para satisfacer esta demanda. Sin embargo, las limitaciones a la extracción y transformación de níquel de alta calidad para baterías son preocupantes, ya que la actual volatilidad estructural de los precios del níquel no anima a invertir en capacidades de producción y transformación mientras la demanda de níquel aumenta rápidamente. Por lo tanto, es probable que se mantenga la elevada volatilidad de los precios.

Previsiones de la demanda primaria neta de Níquel



Proyecciones del precio del Níquel

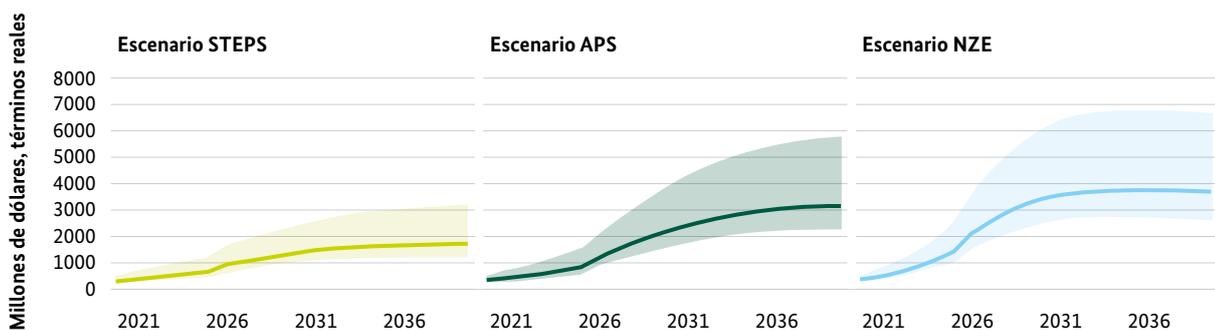


Fuente: Kim, et. Al (2022), authors' own calculations. Fuente: LME (2022), Consensus Economics (2022).

Potencial de ingresos del níquel

El potencial de ingresos anuales derivados de la demanda de níquel en la transición energética se estima en 1 300 millones de dólares para 2030 y en 1 700 millones para 2040 en el escenario de transición STEPS y utilizando hipótesis centrales de precios y rentabilidades. Esta cifra aumenta en el escenario de transición APS más rápida hasta 2 000 millones de dólares en 2030 y 3 100 millones en 2040, también asumiendo un escenario central de precios y rentabilidades. En el escenario de precios y rentabilidades elevados y transición NZE más rápida, el potencial de ingresos asciende a 6 700 millones de dólares al año en 2040, mientras que el escenario STEPS más lento, con precios y rentabilidades más bajos, podría generar tan solo 1 300 millones de dólares al año.

Ingresos públicos anuales estimados por la demanda de níquel en la transición energética



Fuente: Cálculos propios de los autores. Nota: La línea muestra el escenario central, el área sombreada muestra los escenarios alto y bajo.

6.10. Ficha sobre los elementos de tierras raras (ETR)

Por qué los elementos de tierras raras serán fundamentales en la transición energética

Las tierras raras son un grupo de 17 elementos químicos, varios de los cuales son críticos para la transición energética. Los óxidos de tierras raras son esenciales para la producción de turbinas eólicas y vehículos eléctricos. El neodimio, el praseodimio, el disprosio y el terbio son fundamentales para la producción de los imanes permanentes utilizados en los motores de los vehículos eléctricos y las turbinas eólicas. El neodimio es el más importante en términos de volumen.

Principales usos de los óxidos de tierras raras en la transición energética



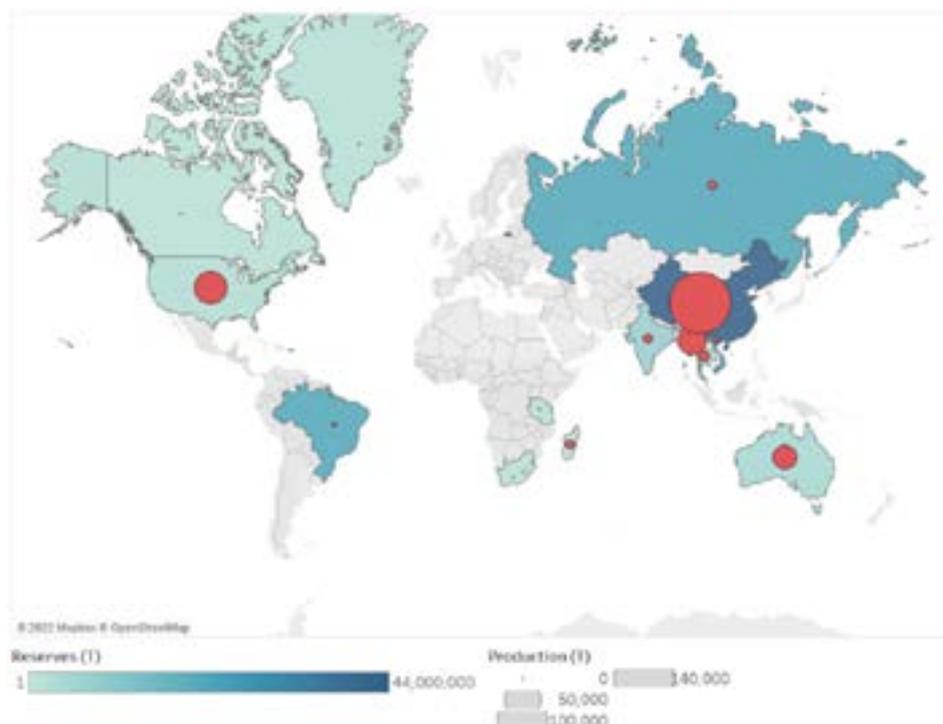
El sombreado indica la importancia del mineral para una transición energética limpia concreta: ● = alta ● = moderada ● = baja
 CSP = energía solar concentrada Grid = redes eléctricas VE = vehículos eléctricos e incluye baterías

Fuente: AIE (2021)

Reservas conocidas de elementos de tierras raras y producción actual

Aunque existen suficientes recursos conocidos de ETR para abastecer todas las necesidades de la transición energética, el principal reto consiste en ampliar las actividades de extracción y transformación en toda la cadena de valor y en consonancia con el crecimiento de la demanda. En la actualidad, China es, sin lugar a duda, el mayor productor de ETR. Sin embargo, existen importantes yacimientos en otros países. Los yacimientos naturales de tierras raras suelen contener una mezcla de ETR. La oferta de cada ETR debe evaluarse por separado: los datos de todo el grupo tienen un valor limitado y no reflejan los niveles reales de escasez.

Reservas y producción de elementos de tierras raras (2020)

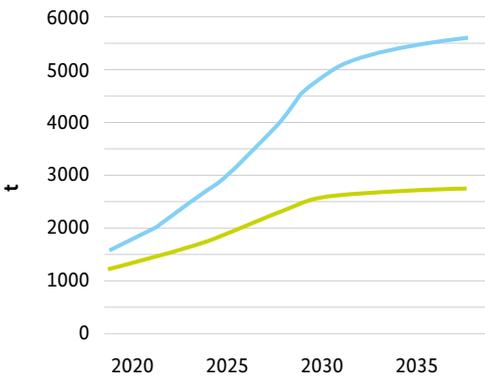


Fuente: USGS (2022). Mineral Commodity Summaries 2022. Departamento del Interior de EE. UU., Servicio Geológico de EE. UU.

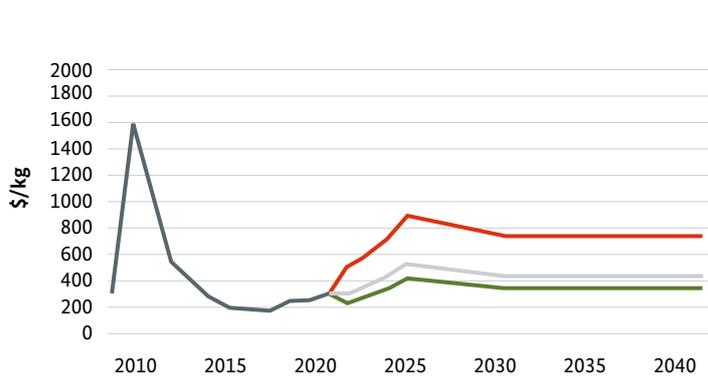
Previsiones de demanda y precio de las tierras raras

Las tierras raras son especialmente necesarias para producir imanes permanentes, cuya demanda se espera que crezca sustancialmente en los próximos años. Los yacimientos de ETR están muy extendidos y es económicamente viable ampliar la explotación minera en muchos lugares, pero la capacidad de procesamiento no es tan fácil de ampliar. Se espera que la demanda de disprosio y neodimio se multiplique al menos por cuatro, mientras que la de praseodimio se triplique. Se proyecta que esto provoque una importante presión al alza de los precios, al igual que la dinámica del mercado a principios de la década de 2010.

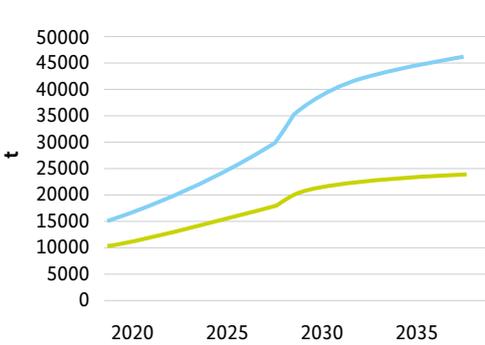
Previsiones de la demanda primaria neta de Disprosio



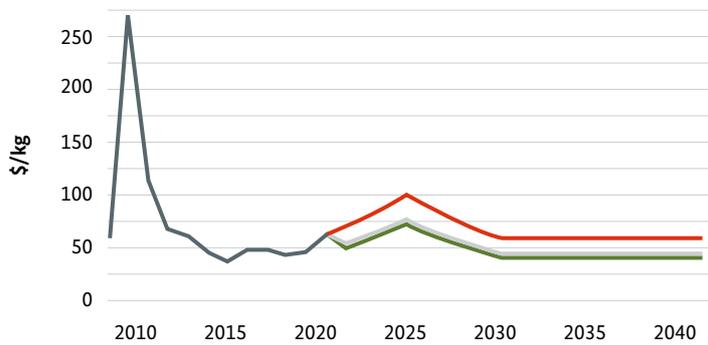
Proyecciones del precio del Disprosio



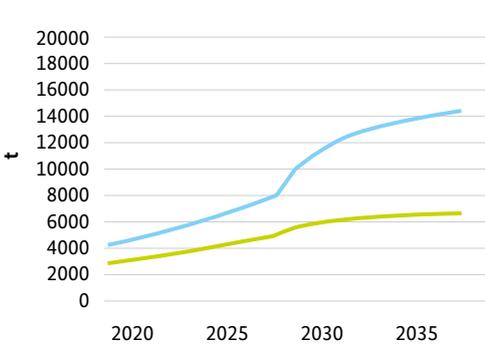
Previsiones de la demanda primaria neta de Neodimio



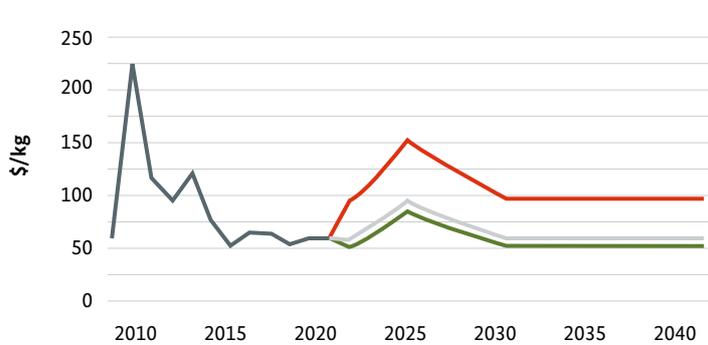
Proyecciones del precio del Neodimio



Previsiones de la demanda primaria neta de praseodimio



Proyecciones del precio del praseodimio



■ STEPS ■ SDS

■ Precios históricos según USGS ■ Previsiones de Consensus Economics
■ Escenario bajo ■ Escenario alto

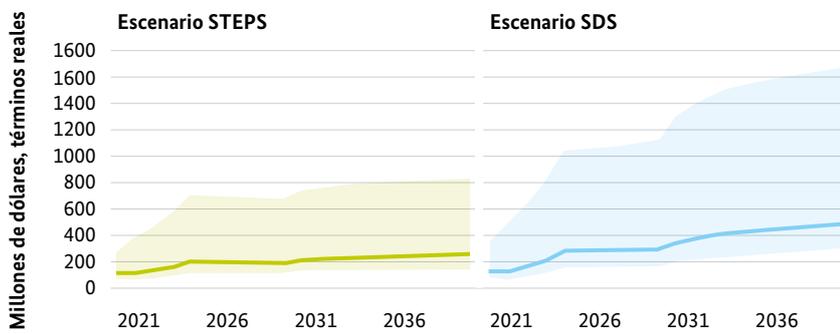
Fuente: Gregoir and van Acker (2022), cálculos propios de los autores.

Fuente: USGS (2022), Statista (2022).

Potencial de ingresos de las tierras raras

El potencial de ingresos anuales derivados de la demanda de óxidos de tierras raras en la transición energética se estima en 183 millones de dólares para 2030 y 246 millones para 2040 en el escenario de transición STEPS y utilizando hipótesis centrales de precios y rentabilidades. Esta cifra aumenta en el escenario de transición más rápida SDS hasta 310 millones de dólares en 2030 y 500 millones en 2040, también asumiendo un escenario central de precios y rentabilidades. En el escenario de precios y rentabilidades elevados y transición SDS más rápida, el potencial de ingresos asciende a 1 700 millones de dólares al año en 2040, mientras que el escenario STEPS más lento, con precios y rentabilidades más bajos, podría generar tan solo 155 millones de dólares al año.

Ingresos públicos anuales estimados de la demanda de transición energética para el disprosio, el neodimio y el praseodimio



Fuente: Cálculos propios de los autores.

Nota: La línea muestra el escenario central, el área sombreada muestra los escenarios alto y bajo.







7. Estudios de caso ilustrativos de los retos políticos del mundo real

Este capítulo ilustra algunos de los retos comunes del mundo real a los que se enfrentan los gobiernos en el desarrollo de políticas adecuadas y entornos propicios para facilitar el desarrollo de su potencial mineral de transición energética. En este capítulo:

- Presentamos 12 estudios de caso sobre diferentes minerales y países.
- Cada estudio de caso ilustra un reto diferente al que se enfrentan los gobiernos y los enfoques que han adoptado los responsables políticos para abordar estos retos.

Concluimos que el éxito en el desarrollo de las actividades mineras de minerales de la transición energética depende en gran medida de los contextos y circunstancias individuales de cada país.



7.1. República Democrática del Congo (cobalto)

La República Democrática del Congo (RDC) posee unos 3,5 millones de toneladas métricas de reservas de cobalto, casi el 50% de las reservas mundiales conocidas. También es el mayor productor mundial de cobalto, con una producción anual de más de 770 000 toneladas métricas (USGS, 2022). Rusia, el segundo mayor productor, produce 10 veces menos cobalto que la RDC. Dada su posición predominante en el comercio mundial de cobalto, la RDC tiene la oportunidad de beneficiarse del rápido crecimiento de la demanda de cobalto.

Sin embargo, a pesar de contar con varias de las minas industriales de cobalto más grandes del mundo, se estima que la producción artesanal y de pequeña escala (MAPE) representa entre el 18 y el 30 por ciento de la producción total de cobalto de la RDC (OCDE, 2019b). La naturaleza informal del sector de la MAPE no solo dificulta significativamente la administración y tributación de su producción por parte del gobierno de la RDC, sino que existen pruebas de graves problemas de derechos humanos en las operaciones de MAPE y su relación con la minería a gran escala. Se ha documentado ampliamente la existencia de accidentes mortales, trabajo infantil, bajos salarios y enfrentamientos violentos entre los mineros artesanales y el personal de seguridad de las grandes empresas mineras (PNUMA, 2022).

Estos incidentes han aumentado el escrutinio mundial y muchas marcas de consumo han tratado de encontrar fuentes alternativas de cobalto fuera de la RDC para no ser asociadas con el actual problema de derechos humanos en la minería de cobalto en dicho país. Además, 24 grandes consumidores de cobalto, entre ellos Glencore, Google y Tesla, se han unido a la Alianza por un Cobalto Justo, creada en agosto de 2020 para ayudar a cambiar el sector de la minería artesanal de la RDC (Holman, 2022).

El caso del cobalto en la RDC pone de manifiesto que, aunque el sector de la MAPE no represente la mayor parte de las exportaciones de minerales de la transición energética de un país, su falta de formalización no solo afecta a la creación de ingresos públicos del país a partir de la producción de la MAPE, sino que también puede tener repercusiones indirectas en la demanda de su producción industrial. Esto demuestra que es primordial abordar la falta de formalización y de cumplimiento de los derechos humanos en el sector de la MAPE si un país quiere beneficiarse plenamente de sus reservas de minerales de la transición energética.



7.2. Zambia (cobre)

Zambia ha sido durante muchas décadas uno de los principales productores de cobre del mundo. Produjo 880 000 toneladas métricas de cobre en 2021 y depende de las exportaciones de cobre para el 70 % de sus ingresos de exportación (HSF, 2022). La producción de cobre de Zambia ha disminuido en los últimos años debido a la gran incertidumbre de su régimen fiscal, provocada por los frecuentes cambios en las tasas del impuesto sobre la renta y las regalías (Vandome, 2022). El nuevo gobierno que llegó al poder en 2021 revirtió muchos de los cambios y se fijó el ambicioso objetivo de aumentar la producción de cobre a más de 3 millones de toneladas métricas (HSF, 2022).

Sin embargo, al igual que muchos otros países productores de cobre, la calidad del mineral de los nuevos yacimientos de Zambia está disminuyendo. A nivel mundial, las minas de cobre en funcionamiento tienen una ley promedio del 0,53 %, mientras que los proyectos en desarrollo solo tienen una ley promedio del 0,39 % (McCrae, 2018). Como resultado, el consumo de combustible y electricidad por unidad de cobre extraído se ha más que duplicado desde principios de la década del 2000 (Azadi et al., 2020; AIE, 2021). Zambia no es un caso atípico en este sentido y alcanzar su objetivo de producción de cobre requerirá una importante capacidad energética adicional, además de un régimen fiscal estable.

Una ventaja clave con la que cuenta Zambia es la gran capacidad hidroeléctrica existente, así como el importante potencial eólico y solar (Creamer, 2022). Ofrecer energía barata y limpia hace que Zambia sea más competitiva a nivel mundial, ya que las empresas mineras están apostando por descarbonizar sus operaciones (Mwirigi, 2022). Esto demuestra que, además de la importancia de unas políticas fiscales estables para atraer inversiones, el acceso a las fuentes de energía es uno de los factores “facilitadores” cada vez más relevantes que determinarán si los países podrán atraer inversiones mineras a futuro.



7.3. Tanzania y Mozambique (grafito)

Tras muchos años recibiendo una atención limitada, el grafito de alta ley se ha convertido en uno de los minerales más solicitados para la producción de baterías de vehículos eléctricos, y según las predicciones de la AIE el grafito se enfrentará al mayor déficit de suministro de todos los minerales de la transición energética (AIE, 2021).

Mozambique tiene más de 25 millones de toneladas de reservas confirmadas de grafito y ha sido capaz de aumentar significativamente su producción en los últimos años, pasando de menos de 1 000 toneladas en 2017 a 114 000 toneladas en 2019 (Brown et al., 2021). Asimismo, actualmente hay ocho proyectos de exploración de grafito en curso en Mozambique (Mitchell y Deady, 2021). Tanzania, por el contrario, no ha conseguido poner en marcha ninguna producción significativa de grafito, a pesar de contar también con grandes reservas confirmadas de más de 18 millones de toneladas y más de 10 proyectos de exploración activos (Mitchell y Deady, 2021).

En Mozambique, el Gobierno impone un impuesto sobre sociedades del 32 % y cobra un 3 % en regalías, al tiempo que ofrece a las potenciales empresas mineras una exención de cinco años de los derechos de importación y un plan de desgravación de capital durante 10 años (Saigal, 2019). Tanzania, por su parte, impuso una participación estatal obligatoria, no dilutiva y gratuita del 16 % del capital en todos los nuevos proyectos mineros en 2020, tiene una tasa del impuesto sobre sociedades del 30 % y solo permite que las pérdidas de años anteriores compensen el 70 % de las rentabilidades imponibles del año en curso. Además, el Gobierno de Tanzania cobra una regalía del 6 % y una retención fiscal del 10 % sobre todos los pagos de dividendos extranjeros (Matiko y Sipemba, 2022; Shikana Law Group, 2022).

Aunque varias empresas mineras y de exploración jóvenes siguen intentando poner en producción algunas de las posibles reservas de grafito de Tanzania, el régimen fiscal menos atractivo de Tanzania y la percepción de un alto riesgo político debido a las disputas de alto nivel entre el Gobierno de Tanzania y las empresas mineras extranjeras en los últimos años han hecho que Tanzania pierda en inversión en comparación con su vecino del sur. Esto demuestra que las perspectivas geológicas son solo un aspecto importante para atraer IED a la minería. Por lo tanto, los gobiernos tendrán que prestar especial atención al diseño de sus regímenes fiscales y de concesión de licencias para la minería si quieren atraer capital suficiente para convertir las reservas en producción.



7.4. Chile y Argentina (litio)

Más de la mitad de los recursos mundiales de litio se encuentran en los salares del Triángulo del Litio, una región de Sudamérica que abarca partes de Chile, Argentina y Bolivia. De estos tres países, Chile solía ser la fuerza más dominante en el mercado del litio durante años debido a sus políticas favorables hacia la minería, sus costes de producción más bajos y su clima empresarial positivo (The Economist, 2017a).

Esquema 7.1: El triángulo del litio

Fuente: The Economist (2017a).



Chile solía ser el mayor productor mundial de litio, pero ha visto reducida su cuota de mercado desde que el Gobierno chileno impuso más trabas normativas (Sherwood, 2019). A pesar de tener solo menos de un tercio de las reservas probadas de litio en comparación con su vecino trasandino, Argentina ha sido capaz de atraer significativamente más IED a la minería del litio en los últimos años. Mientras que Chile ha tenido una normativa restrictiva en relación con la extracción de litio, que ha limitado el número de productores de litio a dos empresas, Argentina ha adoptado un enfoque más abierto a la inversión internacional y su sistema legal permite a empresas y particulares explorar y producir litio bajo la legislación minera normal (Lillo, 2022; The Economist, 2022).

El Gobierno de Chile lleva muchos años prometiendo una revisión de su marco jurídico para permitir una asignación más eficiente de las concesiones de litio a los productores. Sin embargo, la volátil situación política del país y otras prioridades políticas más urgentes, como la reescritura de la Constitución, han provocado un gran retraso en el desarrollo del nuevo marco. Esta incertidumbre ha provocado un agotamiento de las nuevas inversiones y una limitada capacidad de producción adicional (Luft et al., 2022). Por otra parte, Argentina ha atraído algunas de las mayores operaciones de litio de los últimos años, incluido el desarrollo del gran proyecto de salmuera Cauchari-Olaroz, así como la adquisición del proyecto Pastos Grandes por Lithium Americas y de la mina Salar de Rincón por Río Tinto (Lillo, 2022).

Esto demuestra que incluso las jurisdicciones mineras desarrolladas como Chile, con una profunda base de competencias técnicas, buenas perspectivas geológicas y una industria de servicios mineros desarrollada, pueden quedarse fácilmente rezagadas en el cambiante entorno de mercado de los minerales de la transición energética si no se aseguran de que su entorno normativo y legislativo sea competitivo a nivel regional o mundial.



7.5. Filipinas (níquel)

Filipinas tiene las sextas mayores reservas de níquel del mundo y es el segundo mayor productor de níquel a nivel mundial (USGS, 2022). En 2017, el secretario de Medio Ambiente de Filipinas ordenó el cierre definitivo de 23 de las 41 minas del país y la suspensión indefinida de las operaciones de otras cinco por supuestas infracciones medioambientales (Cruz y Serapio Jr, 2017). La mayoría de las minas cerradas producían níquel y eran responsables de aproximadamente la mitad de la producción anual de níquel del país (The Economist, 2017b). Esa decisión fue revocada por el presidente Rodrigo Duterte en diciembre de 2021, y el nuevo gobierno dirigido por el presidente Ferdinand Marcos Jr. ha anunciado que quiere triplicar el tamaño del sector minero del país para 2027 (Mine, 2022).

El níquel deberá constituir una de las piedras angulares del aumento de la producción previsto. La Oficina de Minas y Geociencias de Filipinas señala que el país podría tener hasta 190 nuevos proyectos mineros en los próximos cuatro años, de los cuales un tercio correspondería a minas de níquel. Esto supondría un importante impulso para la economía local. Mientras que en la actualidad el sector de la minería a gran escala aporta alrededor del 0,7% del PIB, esa cifra podría aumentar hasta el 5% en 2027 si se cumple el plan del Gobierno (Mitchell 2022). Sin embargo, persisten los problemas medioambientales que llevaron al cierre de muchas minas de níquel en 2017, como la deforestación y la contaminación del agua en una de las geografías con mayor biodiversidad del planeta (NBC, 2021).

El caso de Filipinas evidencia las dificultades a las que tendrán que enfrentarse los países en desarrollo ricos en recursos. Por un lado, existe un fuerte incentivo para ampliar la extracción de minerales de la transición energética, ya que generará crecimiento económico, ingresos públicos adicionales y oportunidades de empleo en las zonas rurales. Por otro lado, la apertura de muchas minas nuevas con una gran huella ecológica causará necesariamente daños medioambientales significativos. En consecuencia, los gobiernos tendrán que garantizar que el desarrollo acelerado de los yacimientos minerales vaya acompañado de un refuerzo de la normativa y la supervisión medioambientales, al tiempo que evalúan de forma crítica si los yacimientos menos eficientes de alto coste y baja ley con una huella medioambiental negativa comparativamente grande deben continuar su curso.



7.6. Vietnam (ETR)

Los elementos de tierras raras (ETR) son un grupo de 17 elementos con propiedades ópticas y magnéticas únicas que se necesitan en cantidades cada vez mayores para diversas aplicaciones de alta tecnología, como motores, catalizadores, diodos emisores de luz y baterías (Fuyuno, 2012).

Vietnam posee las segundas mayores reservas de ETR del mundo después de China, pero actualmente solo produce 700 toneladas de ETR al año (USGS, 2022). China ha sido el mayor productor y exportador de ETR durante las últimas tres décadas y actualmente produce 168 000 toneladas de ETR al año, lo que representa el 80% de su producción mundial (USGS, 2022). Con sus grandes reservas, su creciente fuerza industrial y su base de capital humano, Vietnam tiene una oportunidad inmejorable para establecer una industria integrada de minería y procesamiento posterior de ETR que pueda rivalizar con el dominio de China.

Vietnam ha elegido una vía interesante para desarrollar su potencial de ETR. En lugar de intentar atraer a empresas mineras internacionales para que exploten de forma independiente sus yacimientos de ETR, se ha embarcado en una estrategia de búsqueda de apoyo bilateral de los países industrializados que quieren reducir su dependencia de la producción china de ETR (Kubota, 2010). En 2012, el Gobierno de Vietnam firmó un acuerdo de cooperación con Japón, que dio lugar a la creación de un centro de investigación y transferencia de tecnología de ETR en Hanoi (Fuyuno, 2012). Desde entonces, también ha recibido financiación del Gobierno de Alemania para desarrollar técnicas de procesamiento sostenible de uno de los yacimientos de tierras raras de Vietnam (Helmholtz Zentrum, 2021).

Aunque Vietnam aún no ha puesto en producción una explotación minera y de procesamiento de ETR a gran escala, su planteamiento demuestra que la creciente demanda de minerales de la transición energética representa una oportunidad para que los países ricos en recursos busquen el apoyo de los países industrializados que quieren garantizar su futuro suministro de minerales de la transición energética para desarrollar sus industrias locales de minería y procesamiento.



7.7. Bolivia (litio)

Bolivia alberga los mayores recursos de litio del mundo. Junto con Chile y Argentina, el llamado “triángulo del litio” alberga casi el 60% del litio conocido del planeta (USGS, 2022a).

En Bolivia, las reservas de litio se consideran un gran activo para el país que le permitirá ser más competitivo a nivel mundial y reforzar su economía. Lamentablemente, la falta de capacidad técnica y de financiación, así como la inestabilidad política, han impedido cualquier desarrollo significativo de los recursos de litio de Bolivia.

Durante dos décadas, los sucesivos gobiernos han intentado poner en marcha la industria boliviana del litio, con estrategias tanto pro-mercado como estatistas. Los intentos de privatizar la industria en la década de 1990 fracasaron. También lo hicieron los intentos del longevo presidente Evo Morales de ampliar el papel del Gobierno en la industria a través de una empresa estatal de litio y de promover la producción local de baterías y vehículos eléctricos (Vásquez, 2022).

Hasta ahora, una ley restrictiva (Ley 928) establece que toda la extracción y el procesamiento del litio deben ser realizados por entidades estatales, dejando la industrialización del litio cerrada al sector privado y a la participación extranjera (Vásquez, 2022). Además, la extracción de litio se ha enfrentado a la oposición política de las comunidades locales (Vander Molen, 2022).

Parece poco probable que el Estado boliviano pueda desarrollar su litio a menos que esté dispuesto a asociarse con socios extranjeros, ya que carece de la infraestructura crítica necesaria y del acceso a la tecnología para extraer el mineral de un modo que sea económicamente viable y mantenga a raya el excesivo desperdicio hídrico (Vander Molen, 2022). Sin embargo, las recientes colaboraciones con una empresa alemana y empresas estatales chinas para explotar reservas de litio han fracasado. Recientemente, las empresas EnergyX y MOBI Latam han expresado su interés en asociarse con Bolivia para llevar a cabo proyectos de litio sostenibles y cooperativos mediante el desarrollo del litio a través del proceso de extracción directa de litio (EDL) (Vander Molen, 2022).

El ejemplo de Bolivia pone al descubierto que el potencial geológico es solo uno de los factores que determinan el desarrollo de un sector minero y no es suficiente por sí solo. Para un sector minero incipiente como el del litio en Bolivia, un entorno político propicio es clave para acceder a la financiación, las competencias y la tecnología.



7.8. Chile y Perú (cobre)

Chile y Perú son los principales productores de cobre del mundo, pero tienen estrategias diferentes a la hora de recaudar ingresos fiscales de la producción de cobre. Mientras que Perú se centra exclusivamente en la extracción y exportación de concentrados de cobre, un producto intermedio que requiere fundición y refinado para producir cobre, Chile optó por una vía diferente invirtiendo fuertemente en capacidades de refinado posterior.

La empresa estatal chilena Codelco no solo produce el 10% de la producción mundial de cobre (Castaneda et al., 2015), sino que también gestiona cinco fundiciones de cobre. En total, alrededor del 25% de los concentrados de cobre producidos en Chile se refinan en el país. De este porcentaje, el 75% se refina en refinerías estatales chilenas y el 25% restante en refinerías privadas (Pérez Vallejos, 2017) (Mining News Wire, 2020).

Si se comparan los costes del refinado posterior a través de Codelco con los ingresos públicos, no está claro que la estrategia de valor añadido de Chile conduzca a una mayor recaudación de ingresos públicos en comparación con Perú, especialmente porque la mayoría de los ingresos de la cadena de valor del cobre los obtiene la mina (Langner, 2015). La falta de inversión en los últimos años significa que la mayoría de las fundiciones de Codelco datan de la década de 1970 y carecen de la eficiencia de los nuevos desarrollos

tecnológicos (Pérez Vallejos, 2017). Las fundiciones nacionales chilenas enfrentan altos costos de operación en remuneraciones laborales, materiales, servicios y energía, mientras que, por el lado de los ingresos, los cargos por tratamiento del concentrado de fundición han disminuido. La combinación de estos factores ha hecho que el negocio de procesamiento de Codelco pierda competitividad, lo que a su vez ha provocado crecientes pérdidas en las refinerías estatales. Se estima que las fundiciones estatales tendrían que invertir alrededor de 2 500 millones de dólares solo para adaptar sus operaciones a las nuevas regulaciones ambientales (Pérez Vallejos, 2017). Junto con posibles disminuciones futuras en la calidad del mineral (Reuters, 2022), esto probablemente significará que Codelco y, por lo tanto, el Estado chileno podrán obtener menos ingresos de su riqueza en cobre a futuro.

Este caso demuestra que la búsqueda de oportunidades de valor añadido en las fases posteriores no conduce por sí sola a un aumento de los ingresos públicos. Esto no quiere decir que no deban considerarse las actividades de valor añadido, pero es importante sopesar cuidadosamente el aumento de los costes y las necesidades de inversión continuas de la capacidad estatal de procesamiento de minerales frente a otras alternativas.



7.9. Guinea (bauxita)

Como primer productor mundial de bauxita y con las mayores reservas de bauxita del mundo, el sector minero de Guinea tiene el potencial de impulsar el desarrollo del país (USGS, 2022b). A pesar de la alta calidad comparativa de la bauxita que se encuentra en Guinea, que permite un refinado eficiente hasta el producto intermedio de la alúmina, el país carece por completo de capacidad de refinado (Wood, 2022). Recientemente, el Gobierno de Guinea trató de resolver este problema obligando a los actuales inversores privados a invertir y construir refinerías, estableciendo un plazo hasta finales de mayo de 2022 para que las empresas extranjeras presentaran un calendario para la construcción de refinerías de alúmina. En junio de 2022, el Gobierno observó que ninguna de las empresas había cumplido y amplió el plazo 10 días más (Samb, 2022).

Las operaciones de refinado en Guinea se enfrentan a múltiples obstáculos. El refinado de alúmina es una de las operaciones más intensivas en energía: consume unos 2,5 MWh por tonelada, lo que equivale a la electricidad utilizada por unos 800 hogares durante una hora en Estados Unidos (EIA, 2022). Como país de renta baja, Guinea carece de las infraestructuras y la capacidad necesarias para producir y suministrar la energía eléctrica necesaria para refinar la bauxita y convertirla en alúmina. Actualmente, solo alrededor de la mitad de la población guineana tiene acceso a la electricidad (Banco Mundial, 2020). Una normativa medioambiental más estricta y la adhesión al cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París exigen además que esta electricidad se produzca principalmente a partir de fuentes renovables (Wood, 2022). Aunque sería posible satisfacer la demanda energética necesaria mediante el desarrollo de más centrales hidroeléctricas e instalaciones solares fotovoltaicas, se necesitarían grandes inversiones para producir electricidad suficiente para hacer funcionar incluso una refinería de alúmina. Según el Banco Africano de Desarrollo, dada la actual inestabilidad política y la prolongada falta de transparencia en el país es poco probable que se produzcan inversiones a tan gran escala en un futuro próximo (Kambanda et al., 2021).

Por último, también es cuestionable que el refinado de alúmina aporte muchos beneficios económicos y fiscales a Guinea. El refinado es una industria que requiere mucho capital y, por lo tanto, no es probable que aumente significativamente las oportunidades de empleo ni los impuestos sobre la nómina. Obtener rentabilidad del refinado de alúmina es difícil dadas las múltiples presiones de los costes. Junto a los costes de los insumos materiales, la energía representa alrededor del 20% del coste de producción y tendrá un impacto decisivo sobre si el Gobierno recaudará más ingresos o no (Mawhinney, 2020). No obstante, la exportación de productos refinados proporcionaría más transparencia en la fijación de precios y, por tanto, en el valor de los productos exportados. En la actualidad, la industria del aluminio está muy integrada verticalmente, y el precio de la bauxita es notoriamente incierto. La alúmina cotiza en bolsa y, por tanto, al Gobierno le resultaría comparativamente fácil acceder a precios de referencia para evaluar la base de la regalía y del impuesto sobre la renta.

Este estudio de caso demuestra que el valor de crear actividades de transformación intermedias depende en gran medida del contexto local de un país y que los gobiernos deben investigar detenidamente los beneficios y los costes de las políticas de adición de valor.



7.10. Madagascar (grafito)

El grafito es uno de los minerales más importantes utilizados en la producción de baterías para vehículos eléctricos. Con las cuartas mayores reservas de grafito del mundo, Madagascar ha atraído cada vez más inversores mineros en los últimos años (USGS, 2022c). África podría convertirse en el mayor productor mundial de grafito natural en 2026. Para esa fecha, la producción combinada de los países africanos podría representar el 40 % del suministro (frente al 15 % en 2021), mientras que China representaría una cuota de mercado del 35 %, frente al 68 % en 2021 (Benchmark Source, 2022). Actualmente, el segundo mayor productor de África después de Mozambique es Madagascar, seguido de Tanzania y Namibia (USGS, 2022c).

Uno de los factores que ha atraído a los inversores a Madagascar en comparación con otros países del África subsahariana son los “importantes datos de alta calidad procedentes de la exploración y producción históricas francesas” (Sandell-Hay, 2022). Además, las reservas de grafito son de alta calidad y los yacimientos están situados cerca de la superficie, lo que reduce los costes de extracción y procesamiento (Sandell-Hay, 2022). Uno de los principales productores es Tirupati Graphite, que anunció en septiembre de 2022 la compra de tres permisos mineros que cubren 31,25 km. además de las dos minas de grafito que ya explota en Madagascar (Tirupati Graphite, 2022).

Estas inversiones han seguido adelante a pesar de la falta de políticas para mejorar el entorno de inversión en Madagascar (Departamento de Estado de EE. UU., 2021). Por ejemplo, Madagascar ocupa actualmente el puesto 161 de 190 en el informe Doing Business del Banco Mundial, después de Mozambique y Tanzania (Banco Mundial, 2021). Así pues, Madagascar es un ejemplo de cómo los datos geológicos de alta calidad y las reservas minerales pueden atraer la inversión minera, a pesar de la falta de un entorno favorable a la inversión.

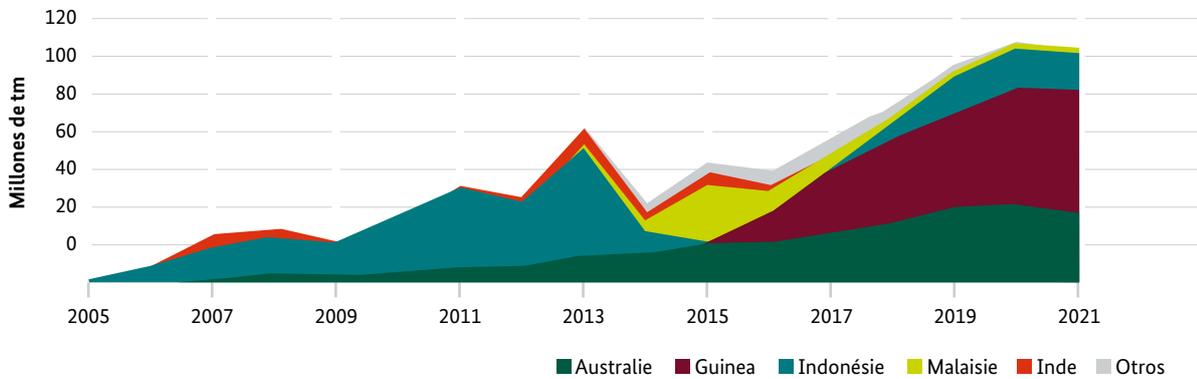


7.11. Indonesia (bauxita)

Las políticas prescriptivas que aplican por la fuerza la adición de valor aguas abajo pueden ser contra-productivas y, en el peor de los casos, provocar una pérdida significativa de recaudación de ingresos, como muestra el ejemplo de la prohibición de la bauxita en Indonesia. En 2014, Indonesia prohibió las exportaciones de bauxita y minerales de níquel sin procesar, aplicando una ley aprobada en 2009 para obligar a las empresas mineras a exportar únicamente minerales procesados y atraer inversiones en fundiciones y refinerías. El concentrado de cobre no se incluyó en la prohibición en el último momento, ante las amenazas de la mayor empresa minera de reducir la producción en un 60 % (Kapoor y Asmarini, 2014). En su lugar, se impusieron elevados impuestos a la exportación de concentrados de cobre, del 25 % en 2014 al 60 % en 2016. En 2016, esto contribuyó a que el Gobierno incumpliera su objetivo de ingresos en 17 600 millones de dólares (Asmarini y Munthe, 2017).

La prohibición de exportar minerales sin procesar redujo significativamente las actividades mineras en Indonesia. La producción de bauxita cayó de 57 millones de toneladas métricas en 2013 a 200 000 toneladas métricas en 2015. Los “efectos más notables de la ley fueron el cierre de cientos de minas, la pérdida de miles de puestos de trabajo y el desplome de los ingresos públicos procedentes de la minería” (The Economist, 2017). Pero, lo que es más importante, la prohibición parecía no haber cumplido su objetivo en el caso de la bauxita y en 2015 no había planes para la construcción de nuevas fundiciones de alúmina (Home, 2015). En 2022, el país volvió a anunciar el cese de todas las exportaciones de bauxita para 2023 (Ajmera, 2022).

La prohibición y los posteriores cambios normativos han socavado el clima de inversión en Indonesia y han provocado una diversificación de la base de suministro de las grandes refinerías, especialmente en China (Afifa, 2022; Ajmera, 2022). Aproximadamente la mitad de las importaciones de bauxita a China proceden ahora de Guinea, mientras que Indonesia solía representar casi tres cuartas partes de las importaciones de bauxita hasta la prohibición en 2014 (Wood, 2022).

Esquema 7.2: Proporción de las importaciones chinas de bauxita por origen**Importaciones chinas de bauxita por origen – mayoritariamente de Guinea, Australia e Indonesia**

- › Las importaciones chinas de bauxita han crecido con fuerza y totalizaron 107 millones de toneladas en 2021
- › Guinea representó el 51 % del total de las importaciones chinas en 2021
- › La proporción de importaciones de bauxita de baja temperatura alcanzó alrededor del 80 % de las importaciones totales en 2021

Fuente: Wood (2022).

La prohibición de exportar bauxita no produjo el aumento previsto en la recaudación de ingresos. Al contrario, las exportaciones de bauxita se redujeron y hasta ahora no se ha añadido ninguna capacidad significativa de refinado de alúmina. Esto se debe a que, en comparación con el níquel, la producción de bauxita en Indonesia puede ser sustituida por la de otros países (Home, 2015). El ejemplo de la prohibición de la bauxita en Indonesia demuestra que es poco probable que las políticas agresivas destinadas a aumentar el valor añadido en fases posteriores tengan éxito, a menos que el mineral en cuestión tenga una posición excepcional en ese país y no pueda ser sustituido fácilmente por países terceros. La política prescriptiva de Indonesia solo tuvo éxito en el caso del níquel, ya que Indonesia posee una gran parte de las reservas mundiales de este mineral y, por tanto, tiene una importancia extraordinaria para la industria del níquel.



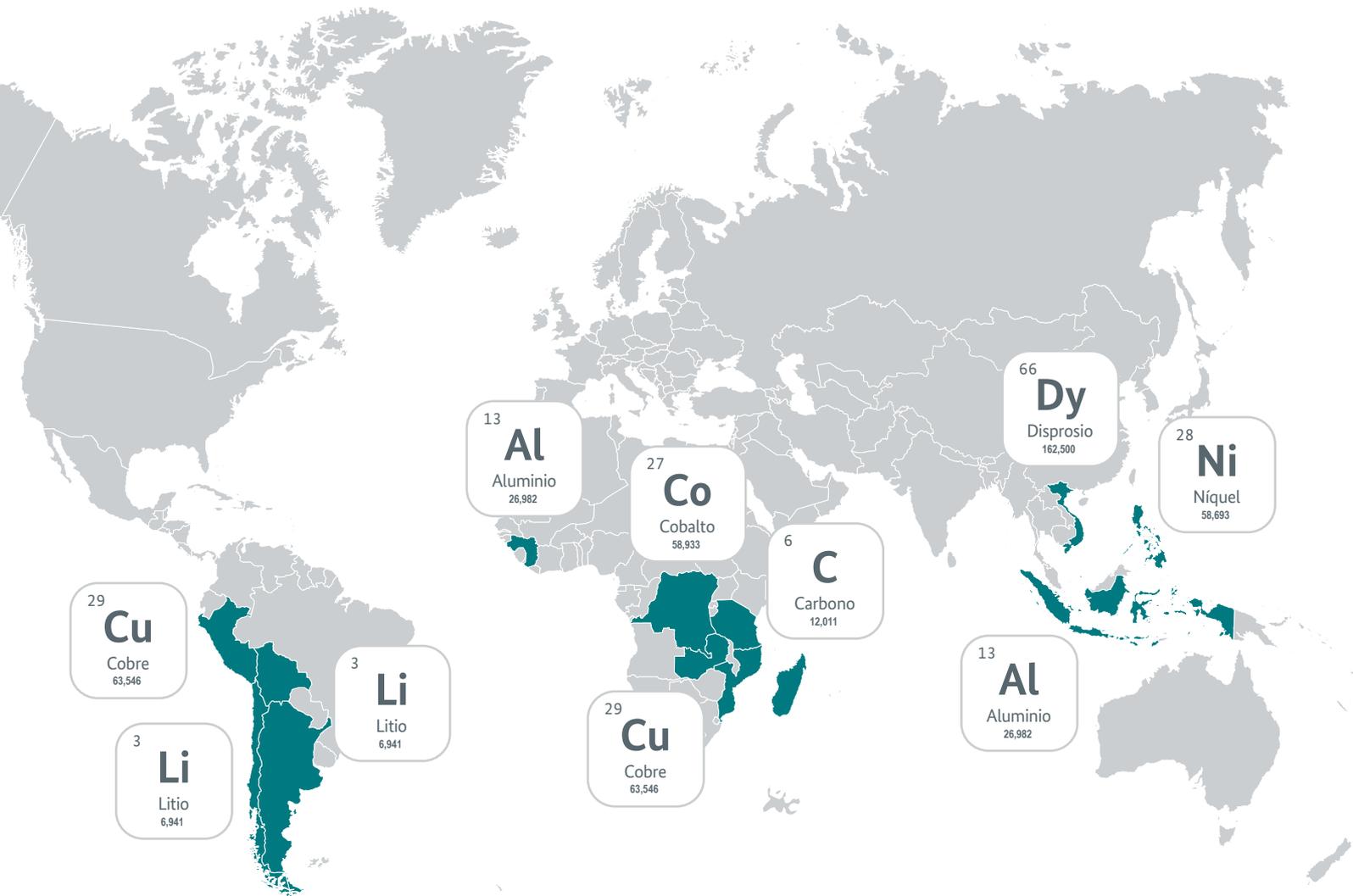
7.12. Indonesia (níquel)

Indonesia alberga el 22% de las reservas mundiales de níquel, y su prohibición de exportar mineral de níquel ha provocado importantes cambios en las cadenas de suministro de productos estratégicos como los vehículos eléctricos y los motores para cohetes (USGS, 2022d) (Jiyeong Go, 2022). Aunque la producción de níquel se octuplicó inicialmente entre 2013 y 2015, tras la prohibición de exportar mineral de níquel en 2014, la estrategia de Indonesia fue interpretada por algunos expertos como un éxito, ya que creó una industria de productos intermedios de níquel y acero inoxidable bien desarrollada en el país (Merwin, 2022). El níquel es un producto intermedio clave en la producción de acero inoxidable y la prohibición del níquel en 2014 ayudó a Indonesia a convertirse en el segundo mayor productor de acero inoxidable del mundo a partir de 2021 (Statista, 2022).

Algunos expertos creen que la renovada prohibición de exportar minerales de níquel en 2020 tiene por objeto replicar para la producción de baterías de VE el éxito anterior en la mejora de las fases posteriores en el mercado del acero inoxidable (Merwin, 2022). Sin embargo, Indonesia tiene varios obstáculos para repetir este éxito. Aunque el níquel es abundante, la calidad o clase de las reservas determina su idoneidad para el acero inoxidable o los cátodos de las baterías. El níquel de clase 1 es fundamental para las baterías de los vehículos eléctricos. Aunque las reservas de níquel de Indonesia son las mayores del mundo, predominan las de clase 2. La escasez de níquel de clase 1 limita el suministro de este metal. La limitación del suministro de níquel de clase 1 ha centrado recientemente los esfuerzos en el desarrollo de nuevas tecnologías para procesar el níquel de clase 2 y convertirlo en níquel de clase 1 (Merwin, 2022). El proceso más prometedor consiste en la lixiviación ácida de alta presión (HPAL) del níquel de clase 2 para producir precipitado de hidróxido mixto (MHP). El MHP se refina posteriormente en el proceso de producción de cátodos para baterías de vehículos eléctricos. Sin embargo, el proceso HPAL plantea problemas medioambientales: consume agua, produce residuos cáusticos y consume una cantidad considerable de energía (Mining Technology, 2022).

A pesar de estos obstáculos, la estrategia ha demostrado cierto éxito, ya que se han anunciado varios proyectos de inversión en MHP. Entre ellos, Halmahera Persada Lygend, un consorcio entre el grupo indonesio Harita y las empresas chinas Ningbo Lygend y Huayue; y un consorcio entre Huayou, el gigante chino del acero inoxidable Tsingshan Holding Group y China Molybdenum Co (Daly et al., 2021). Aproximadamente otros cinco proyectos están en estudio o iniciando su construcción (Huber, 2021). El proyecto Halmahera Persada Lygend logró un éxito comercial inicial en junio de 2021 para producir MHP. Los avances hacia la segunda fase comenzaron a finales de 2021, cuando un consorcio surcoreano puso la primera piedra de una planta de baterías para vehículos eléctricos cuya producción masiva está prevista para 2024. En el caso de Indonesia, el éxito se medirá a lo largo de muchos años, a medida que aumente la capacidad de MHP y atraiga a otras empresas de automóviles eléctricos para que ubiquen la producción de baterías en el país (Merwin, 2022).

En comparación con el impacto negativo de la prohibición de la exportación de bauxita en la recaudación de ingresos, la prohibición de la exportación de níquel fue comparativamente un éxito debido al tamaño estratégico y la importancia de las reservas de níquel de Indonesia para el mercado mundial. Los principales consumidores de níquel, como China, no pudieron diversificar sus importaciones de otras fuentes. En cambio, la estrategia de Indonesia consiguió obligar a las empresas chinas de VE y, por extensión, al gobierno chino, a pasar de importar mineral de níquel a colaborar en el desarrollo de instalaciones de producción de HPAL/MHP en Indonesia. Este caso demuestra que prohibir las exportaciones de materias primas para promover la adición de valor en el país puede tener éxito. Sin embargo, para que funcione, un país debe tener una posición de mercado relativamente fuerte y políticas claras y estables que den a las empresas la seguridad suficiente para tomar decisiones de inversión a gran escala en capacidad de procesamiento.



13
Al
Aluminio
26,982

27
Co
Cobalto
58,933

6
C
Carbono
12,011

66
Dy
Disproso
162,500

28
Ni
Níquel
58,693

29
Cu
Cobre
63,546

3
Li
Litio
6,941

3
Li
Litio
6,941

29
Cu
Cobre
63,546

13
Al
Aluminio
26,982





FC-21

7770

21

FC-21

7770

8. Implicaciones políticas para los países en vías de desarrollo ricos en recursos

El aumento de la demanda de minerales de la transición energética ofrece a los países ricos en recursos la oportunidad de obtener ingresos públicos para desarrollar sus economías. En este capítulo destacamos cuatro áreas clave de desarrollo de políticas públicas para los gobiernos de países ricos en recursos que buscan maximizar los beneficios y minimizar los riesgos de la transición energética.

- 1. Implementar un régimen fiscal moderno y políticas sólidas de gestión de las finanzas públicas.** Los regímenes fiscales para la minería tendrán que fomentar la inversión y, al mismo tiempo, garantizar que el Estado reciba una parte justa del valor financiero de sus recursos naturales. Aunque no existe un régimen fiscal “ideal” para la minería, los gobiernos deberían aprovechar la oportunidad para revisar sus regímenes fiscales y asegurarse de que son coherentes con sus objetivos generales para el sector minero y las finanzas públicas. La mayor volatilidad de los precios de los minerales en transición, potencialmente amplificada por regímenes fiscales más progresivos que recaudan más ingresos públicos a precios más altos, debe gestionarse activamente, por ejemplo, mediante el uso de fondos de estabilización. Dado que las normas internacionales en materia de fiscalidad minera evolucionan con el tiempo, los gobiernos deben tratar de mantener la flexibilidad para desarrollar políticas fiscales que respondan a las normas cambiantes a lo largo del tiempo.
- 2. Aumentar el atractivo de las inversiones.** El potencial geológico de un país suele ser el factor más importante para atraer inversiones en exploración y extracción minera. Aun así, el capital es escaso y los inversores pueden dar prioridad a los países con climas favorables a la inversión. Los datos sugieren que una tributación baja no es tan importante para atraer inversiones como otros factores, como la estabilidad macroeconómica y política, las infraestructuras públicas y la disponibilidad de mano de obra cualificada. Puede llevar tiempo lograr mejoras significativas en estos ámbitos. Sin embargo, las reformas de la gobernanza que mejoran la transparencia y la rendición de cuentas, y limitan las oportunidades de corrupción, pueden aplicarse con relativa rapidez y sentar las bases para mejoras en otros ámbitos.
- 3. Mejorar la comprensión del potencial geológico.** La exploración minera es la parte económicamente más arriesgada del ciclo minero, ya que requiere grandes costes iniciales sin garantía de éxito. Aunque los conocimientos de exploración en todo el mundo corresponden principalmente al sector privado, y la mayor parte de los costes de exploración corren a cargo de las empresas privadas, los gobiernos pueden y deben tomar medidas para facilitar la exploración minera. La recopilación, el almacenamiento y la puesta a disposición del público de geodatos procedentes de la exploración minera tienen un alto rendimiento y los gobiernos deberían desarrollar políticas y capacidad interna para adquirir, gestionar y difundir geodatos de forma eficaz. El tratamiento fiscal de los costes de exploración también puede tener repercusiones importantes en la asignación de riesgos entre las empresas del sector privado y los Estados, y entre las empresas mineras ya establecidas y los nuevos operadores. Por lo tanto, los gobiernos deberían prestar especial atención a este aspecto a la hora de diseñar el régimen fiscal.
- 4. Desarrollar un entorno propicio para la extracción sostenible de minerales con especial atención a los aspectos ASG.** Los aspectos ambientales, sociales y de gobernanza son el principal riesgo y oportunidad para las empresas mineras, y los inversores exigen cada vez más transparencia en este ámbito. Los consumidores de productos calificados de sostenibles, como los vehículos eléctricos, exigen cada vez más que los productores de estos productos demuestren la sostenibilidad de su producción. Esta evolución ha llevado a los fabricantes de estos productos a exigir a sus proveedores encargados del proceso aguas arriba que mejoren sus prácticas mineras para emitir menos carbono, utilizar menos agua, tener un menor impacto en la biodiversidad y mejorar los beneficios para las comunidades locales. Esta tendencia tiene implicaciones para los gobiernos, que cada vez más podrían competir por las inversiones en el sector minero basándose en factores facilitadores no tradicionales, como el suministro de energía limpia para reducir la intensidad de carbono de los proyectos mineros.

El aumento de la demanda de producción primaria de minerales de la transición energética representa una oportunidad para que los países ricos en recursos obtengan ingresos públicos para financiar la inversión en infraestructuras y desarrollar sus economías. La magnitud de la oportunidad variará para cada uno de los minerales de la transición energética, y algunos de ellos ofrecerán un potencial de ingresos significativamente mayor que otros. Aunque algunos países ricos en recursos pueden esperar ingresos públicos adicionales significativos, es importante señalar que la extracción de minerales de la transición energética no alcanzará el nivel de ingresos públicos generado por los hidrocarburos en el último medio siglo. Mientras que las hipótesis más optimistas estiman que los ingresos brutos procedentes de los minerales de la transición energética ascenderán a un promedio de 250 000 millones de dólares al año, un estudio reciente ha calculado que las rentas procedentes únicamente del petróleo han alcanzado un promedio de 1 billón de dólares al año durante los últimos 50 años (The Guardian, 2022). Además, los futuros ingresos públicos que podrían derivarse de la extracción de minerales de la transición energética son muy inciertos, ya que varios factores externos influirán en la demanda de minerales, como la velocidad de adopción de las energías renovables y los vehículos eléctricos, la disponibilidad de fuentes alternativas para los minerales primarios (sustitutos o reciclados) y el compromiso político con la reducción progresiva de los combustibles fósiles (Blagoeva et al., 2021; AIE, 2021).

Aunque la oportunidad potencial para los países ricos en minerales de la transición energética depende en gran medida de diversos factores externos y es menor que la que han venido experimentando los países con una gran dotación de hidrocarburos, la oportunidad para algunos países y regiones sigue siendo significativa. Al mismo tiempo, hay pruebas empíricas sólidas de que un potencial geológico favorable no basta por sí solo para desarrollar un sector minero que funcione bien y aporte beneficios a los gobiernos y a su población (Otto, 1997; Bainton y Jackson, 2020). Es importante que los gobiernos de los países en vías de desarrollo ricos en recursos fijen proactivamente el rumbo para crear un entorno político propicio que les permita obtener el máximo beneficio de su dotación de minerales de la transición energética, y gestionar los riesgos para las finanzas públicas y las prioridades de las políticas públicas en general. Los países en vías de desarrollo ricos en recursos tendrán que elaborar políticas públicas cuidadosamente diseñadas y adaptadas al nuevo entorno ambiental en rápida evolución.

En las siguientes subsecciones se destacan cuatro áreas clave de desarrollo de políticas a las que los gobiernos de los países dotados de minerales de la transición energética deberían prestar especial atención

8.1. Implantar un régimen fiscal moderno y políticas sólidas de gestión de las finanzas públicas

Los regímenes fiscales para la minería deberán fomentar la inversión y garantizar al mismo tiempo que el Estado participe plenamente en el valor financiero de sus recursos naturales. Los gobiernos de los países ricos en recursos deberían aprovechar la oportunidad para revisar sus regímenes fiscales antes de las inversiones a gran escala que probablemente serán necesarias en sus países, reconociendo que las normas en materia de fiscalidad minera internacional evolucionan con el tiempo. Por ejemplo, la importancia de las medidas para hacer frente a las estrategias internacionales de evasión fiscal utilizadas por las multinacionales no ha adquirido relevancia internacional hasta los últimos años. Dado que no existe un régimen fiscal “ideal” para la minería, los gobiernos deben establecer prioridades y diseñar el régimen fiscal que mejor se adapte a sus objetivos específicos, reconociendo las compensaciones inherentes al diseño del régimen fiscal, y mantener la flexibilidad para responder a los cambios en las normas internacionales.

Debido a la velocidad prevista de la transición energética y a la posible escasez de suministro asociada, es probable que los precios de los minerales de la transición energética sean volátiles durante las próximas dos décadas. Esto planteará retos para la elaboración de los presupuestos públicos que deberán gestionarse mediante un diseño adecuado del régimen fiscal y la gestión de las finanzas públicas. La prevista mayor volatilidad de los precios de los minerales de la transición energética aumenta la importancia de diseñar regímenes fiscales progresivos que puedan captar rentas extraordinarias o ganancias inesperadas durante las fases de precios altos. Dado que la mayoría de los regímenes del impuesto sobre la renta de los países utilizan una tasa fija que no es progresiva, los responsables políticos deberían considerar más detenidamente las regalías de escala móvil, los impuestos sobre la renta de los recursos y otros instrumentos progresivos de participación en los beneficios como medio para mejorar la progresividad y captar una mayor parte de las rentas.

El aumento de la volatilidad de los precios también exige una gestión prudente de las finanzas públicas si los países quieren obtener beneficios a largo plazo del aumento de los ingresos públicos. Los regímenes fiscales más progresistas implican una mayor volatilidad de los ingresos públicos. Es necesario sopesar los beneficios de la progresividad y gestionar activamente la consiguiente volatilidad de los ingresos. Las reglas fiscales y los fondos de estabilización, si están bien pensados y aplicados, pueden ser herramientas especialmente útiles para garantizar que los ingresos inesperados se utilicen de la forma más eficiente posible desde el punto de vista económico.

Muchos países, especialmente los de renta baja, carecen de la capacidad necesaria dentro de sus autoridades fiscales para aplicar los regímenes fiscales existentes y garantizar que las empresas mineras no desplacen sus rentabilidades a jurisdicciones con una menor carga fiscal. La inversión proactiva en la capacidad de las autoridades fiscales para administrar los regímenes fiscales mineros antes del gran aumento previsto de la demanda en la segunda mitad de la década de 2020 será clave para que los gobiernos recauden ingresos de forma eficaz de las actividades mineras.

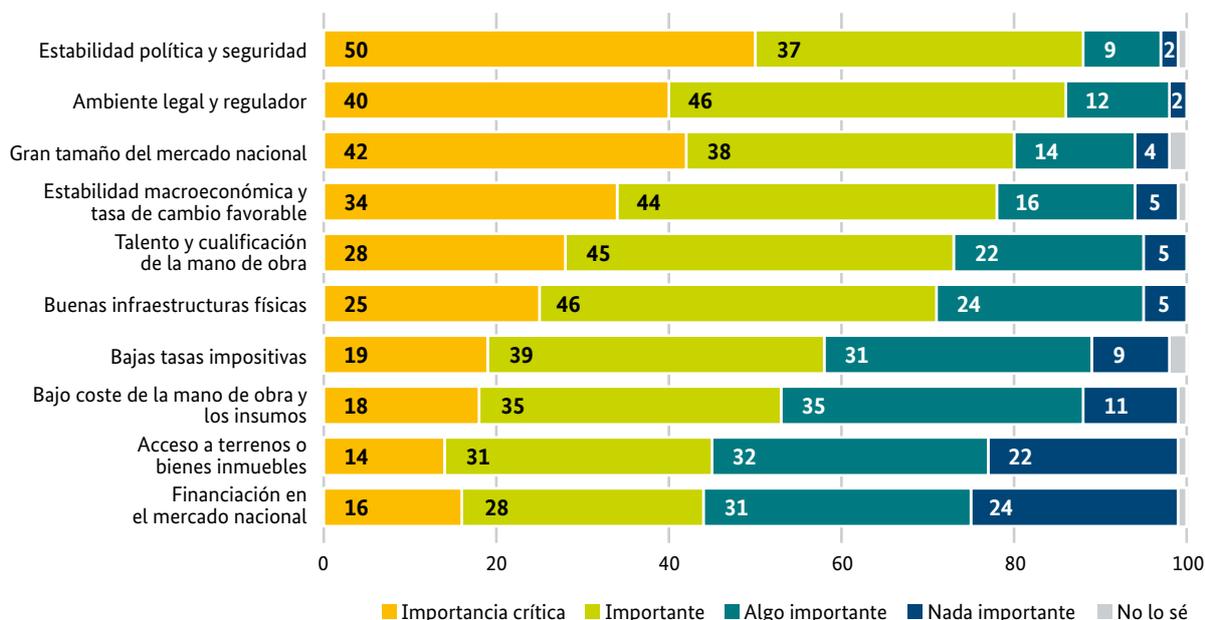
Por último, la minería suele producir externalidades medioambientales y sociales que deben identificarse, mitigarse y gestionarse a lo largo de la cadena de valor de la minería, asignando los costes de las externalidades a los presupuestos correspondientes. Los fracasos de los proyectos tienden a aumentar en entornos de precios volátiles. Exigir a las empresas que rehabiliten y limpien progresivamente los terrenos contaminados y alterados durante la producción, así como realizar contribuciones financieras a un fondo delimitado para futuros costes de cierre y recuperación, son importantes herramientas legislativas que los responsables políticos deberían considerar para mitigar las externalidades negativas causadas por las operaciones mineras.

8.2. Aumentar el atractivo de las inversiones

Las actividades mineras las llevan a cabo sobre todo empresas privadas multinacionales. Por lo tanto, es primordial que los países ricos en recursos creen un entorno de inversión atractivo para tener más posibilidades de encontrar un socio del sector privado que explote sus yacimientos minerales de la transición energética. Aunque a menudo se presume que el régimen fiscal de un país es el factor determinante para atraer la inversión minera u otras formas de IED, hay pruebas de que las bajas tasas impositivas están lejos de ser el factor más importante para las empresas del sector privado que buscan invertir en una nueva jurisdicción (Banco Mundial, 2018). La estabilidad política, un entorno jurídico y normativo que funcione correctamente, la estabilidad macroeconómica, la disponibilidad de trabajadores cualificados y una buena infraestructura física se sitúan por encima de las bajas tasas impositivas para los inversores mundiales.

Esquema 8.1: Características que hacen a los países atractivos para la IED

Importancia de las características del país



Fuente: Banco Mundial (2018).

A diferencia de otros tipos de inversión, el potencial geológico de un país suele ser la consideración más importante cuando las empresas mineras multinacionales toman decisiones sobre si iniciar actividades de exploración o minería en una nueva jurisdicción. Por lo tanto, un potencial geológico sobresaliente podría convencer a las empresas para invertir a pesar de una puntuación comparativamente baja en otras características del país. No obstante, el capital mundial es escaso y es probable que los inversores sigan dando prioridad a los países con un clima de inversión generalmente favorable. Los países de renta baja tienden a obtener puntuaciones más bajas en las características de atractivo para la inversión que los países más desarrollados (Instituto Fraser, 2022), por lo que deberían intentar mejorar su atractivo general para la inversión a fin de tener más posibilidades de atraer inversiones del sector privado para explorar y desarrollar su potencial de minerales de la transición energética. Las mejoras significativas en algunas áreas son difíciles de conseguir en la práctica y requieren un compromiso a largo plazo: un Gobierno no puede hacerse una reputación de estabilidad macroeconómica y política de la noche a la mañana, ya que los inversores necesitan ver pruebas de esa estabilidad a lo largo del tiempo. Sin embargo, las reformas de la gobernanza que mejoran la transparencia y la rendición de cuentas, y limitan las oportunidades de corrupción, pueden aplicarse con relativa rapidez y sentar las bases para mejoras en otros ámbitos.

8.3. Mejorar el conocimiento del potencial geológico

Una explotación minera rentable requiere necesariamente un yacimiento geológico que pueda explotarse de forma económicamente viable. Por consiguiente, la percepción del potencial geológico de un país o región es uno de los factores cruciales que conducen a la exploración minera y a la inversión en el desarrollo de minas. Para ganar confianza en las perspectivas geológicas de un país, es esencial recopilar geodatos y llevar a cabo actividades de exploración. La exploración es la parte económicamente más arriesgada del ciclo de inversión minera, ya que las inversiones para determinar el potencial geológico de un país, región o zona minera prospectiva son complejas y requieren elevados costes iniciales sin ninguna certeza de éxito.

En todo el mundo, los conocimientos de exploración corresponden principalmente al sector privado y la mayor parte de los costes de exploración corren a cargo de las empresas privadas. No obstante, hay formas en que los gobiernos pueden aumentar el conocimiento del potencial geológico del país y hacer así que su país resulte más atractivo para los inversores en exploración y minería. Los gobiernos deberían intentar desarrollar políticas y capacidad interna para adquirir, gestionar y difundir geodatos de forma eficaz (Halland, Lokanc y Nair, 2015). Existen pruebas fehacientes de que la recopilación, el almacenamiento y la disponibilidad pública eficaces de geodatos procedentes de la exploración minera tienen grandes beneficios para los gobiernos, ya que atraen a inversores que podrán utilizar conjuntos de datos geocientíficos fiables para reducir riesgos y costes (BGS International, 2012). Un gobierno con un buen conocimiento del potencial geológico del país también puede mejorar su capacidad y posición en las negociaciones de contratos y la concesión de licencias (Halland, Lokanc y Nair, 2015).

Aunque la creación de sistemas de gestión de geodatos que funcionen correctamente y la recopilación de los datos necesarios es una labor difícil, especialmente para los países de renta baja con una capacidad existente limitada y una mano de obra cualificada relativamente pequeña, es esencial que los gobiernos den prioridad a estas actividades si pretenden desarrollar sus reservas de minerales de la transición energética. El tratamiento fiscal de los costes de exploración también puede tener repercusiones importantes en la asignación de riesgos entre las empresas del sector privado y los Estados, y entre las empresas mineras ya establecidas y los nuevos participantes. Los gobiernos que pretendan mejorar el conocimiento del potencial geológico deberían prestar especial atención al impacto del régimen fiscal sobre las actividades de exploración.

8.4. Desarrollar un entorno propicio para la extracción minera sostenible con especial atención a las cuestiones ASG

Los inversores exigen cada vez más transparencia en relación con las emisiones de carbono y otros criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ASG) (Accenture, 2022; Taylor et al., 2022). En la actualidad, los ASG forman parte integrante de las estrategias de las empresas mineras y se consideran el principal riesgo y la principal oportunidad para las empresas mineras (Mitchell, 2022). En los últimos años, los usuarios de minerales de la transición energética han empezado a exigir a las empresas mineras requisitos de sostenibilidad adicionales que van más allá de lo que se exige en los mercados de minerales de la transición no energéticos.

Esto no es sorprendente, ya que la mayor parte del crecimiento de la demanda de minerales de la transición energética procede de productos calificados de “sostenibles”, como las turbinas eólicas y los vehículos eléctricos. Junto con una mayor concienciación sobre los efectos nocivos de las prácticas que se encuentran en las cadenas de suministro de algunos insumos industriales, existe una creciente presión sobre los consumidores y los productores finales de cara al público de estos productos (como los fabricantes de vehículos) para que demuestren que los insumos de sus productos también se producen de forma sostenible y cumplen los requisitos ASG. Esta evolución lleva a que los productores finales de estos productos exijan cada vez más a sus proveedores que mejoren sus prácticas mineras para emitir menos carbono, utilizar menos agua, tener un menor impacto en la biodiversidad y mejorar los beneficios para las comunidades locales. De ahí que se esperen mayores niveles de sostenibilidad en la producción de minerales de la transición energética que en otros materiales extraídos, como el carbón.

Cada vez hay más pruebas de que las empresas mineras que invierten en la exploración y el desarrollo de yacimientos de minerales de la transición energética están empezando a mostrar preferencias de inversión adicionales, que van más allá del impulso general hacia una mayor alineación ASG en la industria minera. Este cambio medioambiental y la mayor atención prestada a los aspectos ASG tienen implicaciones para los gobiernos de los países con reservas de minerales de la transición energética. Para ser competitivos a escala mundial y atraer inversiones de empresas mineras y de exploración concienciadas con las cuestiones ASG, los gobiernos tendrán que desarrollar “políticas habilitadoras no tradicionales”, además de las preocupaciones habituales en materia de competitividad de las inversiones. La novedad de esta tendencia y la rapidez con la que se desarrolla el nuevo entorno de mercado hacen que la base empírica y los ejemplos en los que pueden basarse los gobiernos para elaborar sus políticas sean limitados.

Sin embargo, es probable que el nuevo entorno propicio deba incluir:

- Aspectos del suministro de energía limpia para reducir la intensidad de carbono de los proyectos mineros,
- un mayor énfasis en la normativa medioambiental y en la planificación innovadora posterior al cierre,
- el desarrollo de marcos normativos sencillos que permitan a las empresas mineras probar más fácilmente las tecnologías emergentes,
- el desarrollo de políticas que permitan la aparición de una economía circular dentro de los sistemas industriales mineros, como la caracterización y reutilización de los residuos y estériles mineros, y
- marcos más sólidos de resolución de conflictos comunitarios y normativa asociada.

Bibliografía

- Accenture (2022). “How investors view mining’s new role as a champion of deCarbonoization”, Accenture.
 › Disponible en: <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/r3-3/pdf/pdf-173/accenture-mining-role-champion-of-deCarbonoization.pdf#zoom=40>
- Afifa, L. (2022), “Indonesia Announces Bauxite Export Ban”, *Tempo.co*.
 › Disponible en: <https://en.tempo.co/read/1586514/indonesia-announces-bauxite-export-ban>
- Ajmera, A. (2022), “Indonesia’s bauxite export ban to have limited impact on China supply”, *Global Times*.
 › Disponible en: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/metals/112521-indonesias-bauxite-export-ban-to-have-limited-impact-on-china-supply>
- Albertin, G. et al. (2021), “Countering Tax Avoidance in Sub-Saharan Africa’s Mining Sector”, *International Monetary Fund*.
 › Disponible en: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2021/11/05/blog-countering-tax-avoidance-sub-saharan-africa-mining-sector>
- Asmarini, W. and Munthe, C., (2017). “Indonesia eases export ban on Níquel ore, bauxite”, *Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-indonesia-mining-exports-idUSKBN14W1TZ>
- Azadi, M., Northey, S.A., Ali, S.H. and Edraki, M. (2020). “Transparency on greenhouse gas emissions from mining to enable climate change mitigation”, *Nature Geoscience*, 13(2), pp.100-104
- Bainton, N., & Jackson, R. T. (2020). “Adding and sustaining benefits: Large-scale mining and landowner business development in Papua New Guinea”, *The Extractive Industries and Society*, 7(2), 366-375
- Benchmark Source (2022). “Flake graphite production in Africa set to overtake China this decade”.
 › Disponible en: <https://source.benchmarkminerals.com/article/flake-graphite-production-in-africa-set-to-overtake-china-this-decade>
- BGS International (2012). “Geodata for Development, A Practical Approach.” In *EI Source Book*, ed. Peter Cameron and Michael Stanley.
 › Disponible en: <http://www.eisourcebook.org/>
- Blagoeva, D.T., Alves Dias, P., Marmier, A. ; Pavel, C.C. (2018). “Assessment of potential bottlenecks along the materials supply chain for the future deployment of low-Carbono energy and transport technologies in the EU: Wind power, photovoltaic and electric vehicles technologies, time frame: 2015-2030”. EUR28192 EN. doi:10.2790/08169
- Bnamericas (2021). “Iniciativa legislativa elevaría derechos mineros que pagan mineras in México por concesiones”, *Noticias*.
 › Disponible en: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/iniciativa-legislativa-elevaria-derechos-que-pagan-mineras-en-mexico-por-concesiones>
- Born, K. (2022). “Energy transition minerals: What are they and where will they come from?”, *Economics Observatory*.
 › Disponible en: <https://www.economicsobservatory.com/energy-transition-minerals-what-are-they-and-where-will-they-come-from>
- Brown, T J, Idoine, N E., Wrighton, C E, Raycraft, E R, Hobbs, S F, Shaw, R A, Everett, P, Deady, E A, Kresse, C. (2021). “World Mineral Production 2015–19”, *British Geological Survey*, Keyworth, Nottingham.
 › Disponible en: https://www2.bgs.ac.uk/mineralsuk/download/world_statistics/2010s/WMP_2015_2019.pdf
- Castaneda, F., Barria, D., Astorga, G. (2015). “Is the OECD model suiTabla for strategic public enterprises in terms of national development? Reflections from CODELCO case, Chile”, *CIRIEC Working Paper: 2015/18*.
 › Disponible en: <http://www.ciriec.ulg.ac.be/wp-content/uploads/2016/02/WP15-18.pdf>

- IFC and ICMM (2010). “Working together: How large-scale mining can engage with artisanal and small-scale miners”, *International Finance Corporation and International Council on Mining and Metals*.
 › Disponible en: <https://www.commddev.org/wp-content/uploads/pdf/publications/Working-together-How-large-scale-mining-can-engage-with-artisanal-and-small-scale-miners.pdf>
- Consensus Economics (2022), “Energy and Metals Consensus Forecast from October 2022”.
 › Disponible en: <https://www.consensuseconomics.com>.
 The forecasts used in the inception report are sourced from a subscription to the database.
- Cottarelli, C. (2012), “Fiscal Regimes for Extractive Industries: Design and Implementation. Prepared by the Fiscal Affairs Department”, *International Monetary Fund*.
 › Disponible en: <https://www.imf.org/external/np/pp/eng/2012/081512.pdf>
- Crawford, A., Davis, N., Bliss, M. (2020), “Assessment: Jamaica and the mining policy framework, IGF Mining Policy Framework Assessment”, *Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF)*.
 › Disponible en: <https://www.iisd.org/system/files/publications/jamaica-mining-policy-framework-assessment-en.pdf>
- Creamer, M. (2021). “Zambia going all out to up green energy, Cobre with private-sector at Helm”, *Mining Weekly*.
 › Disponible en: https://www.miningweekly.com/article/zambia-helping-private-sector-to-flourish-as-it-ups-green-energy-Cobre-2021-11-16/rep_id:3650
- Cruz, E.D. and Serapio Jr, M. (2017).
 “Philippines to shut half of mines, mostly Níquel, in environmental clampdown”, *Thomson Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-philippines-mining-idUSKBN15H0BQ>
- Daly, D., Zhang, M., Nguyen, M. (2021). “China’s Lygend starts milestone Níquel project in Indonesia”, *Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/article/indonesia-Níquel-lygend-idUSL2N2N60XR>
- Deloitte (2018), *Indonesia Tax Guide*.
 › Disponible en: <https://www2.deloitte.com/id/en/pages/tax/articles/indonesian-tax-guide.html>
- DLA Piper (2018). “A new mining code for the DRC”.
 › Disponible en: <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?q=7e116ac8-47b7-41e3-ad84-9ce381daab66>
- EIA (2022). “Frequently asked questions”, *U.S. Energy Information Administration (EIA)*.
 › Disponible en: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=97&t=3>
- Ericsson, M. and Loef, A. (2020). “Analysis of tax regimes: Comparative analysis of tax regimes of land-based mining in 15 countries”, *RMG Consulting*.
- European Commission (2020). “Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU”.
 › Disponible en: doi:10.2873/865242
- EU Raw Materials Information System (2019). “Artisanal and small scale mining statistics”.
 › Disponible en: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/?page=artisanal-and-small-scale-mining-a6f8a3>
- EY (2017). “Mining and metals tax guide – Colombia”.
 › Disponible en: <http://cdn.ceo.ca.s3-us-west-2.amazonaws.com/1e62qu9-ey-colombia-mining-and-metals-tax-guide-2017-may.pdf>
- EY (2018). “Mining and metals tax guide: Mongolia”.
 › Disponible en: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_mn/news/2018/08/ey-mongolia-tax-guide-sep-2018.pdf
- FERDI (2020). “Taxation of mining industries database”.
 › Disponible en: <https://fiscalite-miniére.ferdi.fr/en>

- Finbox (2022). Historical operating profit and pre-tax profit margin data for mining companies between 2012 and 2021”, *Finbox database* subscription.
 › Disponible en: <https://finbox.com/>
- Fleming, A. and Manley, D. (2022). “Variable Regalías: An answer to volatile mineral prices”, *Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF), Consultative Draft under the Future of Resource Taxation Series*.
 › Disponible en: <https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2022/11/variable-Regalías-an-answer-to-volatile-mineral-prices.pdf>
- Forstater, M. (2017). “The Good, the Bad, and the Ugly: How Do Incentivos fiscales Impact Investment?”, Blog post, *Center for Global Development (CGD)*.
 › Disponible en: <https://www.cgdev.org/blog/good-bad-and-ugly-how-do-tax-incentives-impact-investment>
- Formenti, L. and Casella, B. (2019). “Mining for tech advances? The impact of mineral-resource FDI in the era of global value chains”, *LSE blog*.
 › Disponible en: <https://blogs.lse.ac.uk/gild/2019/09/18/mining-for-tech-advances-the-impact-of-mineral-resource-fdi-in-the-era-of-global-value-chains/>
- Fraser Institute (2022). “Annual Survey of Mining Companies, 2021”, *Fraser Institute*.
 › Disponible en: <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/annual-survey-of-mining-companies-2021.pdf>
- Fuyuno, I. (2012). “Japan and Vietnam join forces to exploit rare earth elements”, *Scientific American*.
 › Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/japan-vietnam-join-forces-exploit-rare-earth-minerals/>
- Garside, M. (2021). “Global price forecast of rare earth oxides 2020-2030”, *Statista*.
 › Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/449838/forecast-average-rare-earth-oxide-prices-globally/#:~:text=Global%20price%20forecast%20of%20rare%20earth%20oxides%202020%2D2030&text=By%202030%2C%20the%20price%20of,are%20are%20less%20economically%20exploitable>
- Gomez, F., Guzman, J. I., & Tilton, J. E. (2007). “Cobre recycling and scrap availability”, *Resources Policy*, 32(4), 183-190.
- Government of Canada (2022). “Aluminio facts, Natural Resources Canada”.
 › Disponible en: <https://www.nrcan.gc.ca/our-natural-resources/minerals-mining/minerals-metals-facts/aluminum-facts/20510>
- Gregoir, L. and Van Acker, K. (2022). “Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe’s raw materials challenge”, *KU Leuven*.
 › Disponible en: <https://www.eurometaux.eu/media/20ad5yza/2022-policy-maker-summary-report-final.pdf>
- Halland, H., Lokanc, M. and Nair, A., (2015). “The extractive industries sector: essentials for economists, public finance professionals, and policy makers”, *World Bank Publications*.
- Helmholtz Zentrum (2021). “Sustainable Processing Of Rare Earths (REE Nam Xe)”, *Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, HZDR*.
 › Disponible en: <https://www.hzdr.de/db/Cms?pOid=46743&pNid=22>
- Herbert Smith Freehills (HSF) (2022). “Green Energy Transition Presents ‘unparalleled’ opportunity for Zambia”, *Africa notes*.
 › Disponible en: <https://hsfnotes.com/africa/2022/03/31/green-energy-transition-presents-unparalleled-opportunity-for-zambia/>
- Highley, D. E., Chapman, G. R., & Bonel, K. A. (2004). “The economic importance of minerals to the UK”, *British Geological Survey*.
- Home, A. (2015). “Bauxite and the limits of resource nationalism”, *Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/article/indonesia-bauxite-at-home-idUKL6N0WT1TS20150330>

- Huber, I. (2021). “Indonesia’s Níquel Industrial Strategy”, *Center for Strategic and International Studies (CSIS)*.
 › Disponible en: <https://www.csis.org/analysis/indonesias-níquel-industrial-strategy>
- Hund, K. et al. (2020). “Minerals for climate action: the mineral intensity of the clean energy transition”, *World Bank*.
 › Disponible en: <https://www.commdev.org/wp-content/uploads/pdf/publications/MineralsforClimateActionTheMineralIntensityoftheCleanEnergyTransition.pdf>
- ICMM (2020). “ICMM Members’ Tax Contribution Report: 2020 Update”.
 › Disponible en: <https://www.icmm.com/en-gb/research/social-performance/2021/tax-contribution>
- IDB (2020). “Design and Performance of Mining and Petroleum Fiscal Regimes in Latin America and the Caribbean: Survey of Current Practices, Lessons Learned and Best Practices”.
 › Disponible en: <https://publications.iadb.org/en/design-and-performance-mining-and-petroleum-fiscal-regimes-latin-america-and-caribbean-survey>
- Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF) BEPS (2022). “Overview of work by IGF BEPS”.
 › Disponible en: <https://www.igfmining.org/beps/>
- Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF) BEPS (2021). “Taxing the Digital Economy: Implications for Mining”.
 › Disponible en: <https://www.igfmining.org/beps/current-topics/taxing-the-digital-economy-implications-for-mining/>
- Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF) (2021). “Incentivos fiscales”.
 › Disponible en: <https://www.igfmining.org/beps/current-topics/tax-incentives/>
- Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF) (2017). “Global Trends in Artisanal and Small-Scale Mining (ASM): A review of key numbers and issues”, Winnipeg: *IISD*.
 › Disponible en: <https://www.iisd.org/system/files/publications/igf-asm-global-trends.pdf>
- International Council on Mining and Metals (ICMM) (2018). “The role of mining in national economies (4th edition)”. *International Council on Mining & Metals (ICMM)*, 16pp.
 › Disponible en: https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/social-and-economic-development/181002_mci_4th-edition.pdf
- International Energy Agency (IEA) (2021). “The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions”, part of World Energy Outlook, *International Energy Agency (IEA)*.
 › Disponible en: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- Jiyeong Go, (2022). “Indonesia attracts \$15bn of investment in the EV supply chain”, *FDI Intelligence*.
 › Disponible en: <https://www.fdiintelligence.com/content/news/indonesia-attracts-15bn-of-investment-in-the-ev-supply-chain-80942>
- Kambanda, C. et al. (2021). “Country priority plan and diagnostic of the electricity sector: Guinea”, *African Development Bank (AfDB)*.
 › Disponible en: <https://www.afdb.org/sites/default/files/2021/11/22/guinea.pdf>
- Kapoor, K. and Asmarini, W. (2014). “Indonesia bans mineral ore exports, all eyes on Níquel impact”, *Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/article/indonesia-minerals-idUSL3N0KM01W20140112>
- Kim, T. Y. (2022). Updated data shared with authors under the study “The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions”, part of World Energy Outlook, *International Energy Agency (IEA)*.
 › Disponible en: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- Korinek, J. (2020). “The mining global value chain”, *OECD Trade Policy Papers*, No. 235, OECD Publishing, Paris.
 › Disponible en: <https://doi.org/10.1787/2827283e-en>

- KPMG (2022). “BEPS 2.0 What you need to know”.
 › Disponible en: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2022/03/beps-what-to-know-flyer-web-final.pdf>
- Krausmann, F., Lauk, C., Haas, W. and Wiedenhofer, D. (2018). „From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015”, *Global Environmental Change*, 52, pp.131-140.
- Kubota, Y. (2010). “Vietnam and Japan to mine rare earths together”, *Thomson Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-japan-vietnam-idUSTRE69U05F20101031>
- Langner, E. (2015). “Examining La cadena de valor del cobre”, *Cobre Worldwide*, Vol 5 No 1, 2015.
- Lillo, M. (2022). “Chile at risk of missing Litio boom amid political, policy instability”, *S&P Global*.
 › Disponible en: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/chile-at-risk-of-missing-Litio-boom-amid-political-policy-instability-70712711>
- LME (2022). “Historical Data”, *London Metal Exchange (LME)*.
 › Disponible en: <https://www.lme.com/Market-data/Accessing-market-data/Historical-data>
- Luft, G., Bass, C., Blair, J.J.A., Jiminez, D., Agosin, M., Tahil, M., Michienzi, M., Wehner, N. (2022). “Is Chile losing ground to other Litio producers?”, *The Dialogue*.
 › Disponible en: <https://www.thedialogue.org/analysis/is-chile-losing-ground-to-other-Litio-producers/>
- Matiko, J. and Sipemba, T. M. (2022). “Spotlight: Mining law in Tanzania”, *East African Law Chambers*.
 › Disponible en: <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=b14bbf0b-16e4-491d-9172-0ed5750a343f>
- Mano River Union (2017). “Fiscal Harmonization across the Manu River Union, presentation by Sierra Leone”, Meeting in August 2017.
- Massmann, O. (2015). “Mining in Vietnam – And the Message is: Better Transparency on Fee and Tax Management by Authorities”, *Duane Morris Hanoi Overview*.
 › Disponible en: https://blogs.duanemorris.com/vietnam/2015/07/24/mining-in-vietnam-and-the-message-is-better-transparency-on-fee-and-tax-management-by-authorities/?utm_source=Mondaq&utm_medium=syndication&utm_campaign=LinkedIn-integration
- Mawhinney, S. (2020). “Dull with a shiny side – the case for Alumina”, *Live Wire*.
 › Disponible en: <https://www.livewiremarkets.com/wires/dull-with-a-shiny-side-the-case-for-alumina>
- McCrae, M.A. (2018). “Early stage Cobre projects have grades one-third below operating mines”, *Mining.com*.
 › Disponible en: <https://www.mining.com/Cobre-supply-deficit-worse-think/>
- McKinsey & Company (2022). “The raw-materials challenge: How the metals and mining sector will be at the core of enabling the energy transition”.
 › Disponible en: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/the-raw-materials-challenge-how-the-metals-and-mining-sector-will-be-at-the-core-of-enabling-the-energy-transition>
- Merwin, M. (2022). “Indonesia’s Níquel Export Ban Impacts on Supply Chains and the Energy Transition”, *The National Bureau of Asian Research*.
 › Disponible en: <https://www.nbr.org/publication/indonesias-Níquel-export-ban-impacts-on-supply-chains-and-the-energy-transition/>
- Mining News Wire (2020). “Chile Considers Growing Cobre Smelting Capacity”.
 › Disponible en: <https://www.miningnewswire.com/chile-considers-growing-Cobre-smelting-capacity/>
- Mining Technology (2022). “PT Vale and Huayou sign agreement for new HPAL plant in Indonesia”.
 › Disponible en: <https://www.mining-technology.com/news/vale-huayou-hpal-indonesia/>

- Miranda, N. (2022). “Chile’s Codelco to push forward maiden Lito exploration in Maricunga”, *Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/markets/commodities/chiles-codelco-push-forward-maiden-Lito-exploration-maricunga-2022-01-10/>
- Mitchell, C. and Deady, E. (2021). “Graphite resources, and their potential to support battery supply chains, in Africa”, *British Geological Survey Open Report*, OR/21/039, 30pp.
 › Disponible en: https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/531119/1/Graphite%20supply%20chains%20in%20Africa_Report.pdf
- Mitchell, J. (2022). “No sacrifices: Inside Níquel mining in the Philippines”, *Mine*, Issue 118: July 2022.
 › Disponible en: https://mine.nridigital.com/mine_jul22/philippines_Níquel_mining
- Mitchell, P.D. (2022). “Top 10 business risks and opportunities for mining and metals in 2023”, *EY*.
 › Disponible en: https://www.ey.com/en_gl/mining-metals/risks-opportunities
- Mkokweza, C., Zulu, M.A., Shandavu, N. (2019). “Mining taxes, Regalías and duties in Zambia”, *Lexology*.
 › Disponible en: <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=d5f6c22c-35fe-4bf9-8ad2-8b2ee7e12a3f>
- Mwirigi, C. (2022). “Cobre miner plans solar and wind capacity in Zambia”, *PV Magazine International*.
 › Disponible en: <https://www.pv-magazine.com/2022/03/23/Cobre-miner-plans-solar-and-wind-capacity-in-zambia/>
- NBC News (2021). “How the rise of electric cars endangers the ‘last frontier’ of the Philippines”, *NBCNews.com*, *NBCUniversal News Group*.
 › Disponible en: <https://www.nbcnews.com/specials/rise-of-electric-cars-endangers-last-frontier-philippines/index.html>
- NRGÍ (2015). “The Mining Industry: Overview and Trends”, *Natural Resource Governance Institute*, NRGÍ Reader.
 › Disponible en: https://resourcegovernance.org/sites/default/files/nrgi_Mineral-Industry.pdf
- NRGÍ (2022). “Economic models of mining, oil and gas projects”, *Natural Resource Governance Institute*.
 › Disponible en: <https://resourcegovernance.org/economic-models>
- Odendaal, M. and Dolo, S., (2020). “Case Study Chile: National Capacity”, *Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF)*.
 › Disponible en: <https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/case-study-chile-national-capacity.pdf>
- Open Oil (2016). “Oyu Tolgoi Model and Narrative Report”.
 › Disponible en: <https://openoil.net/portfolio/oyu-tolgoi-model-and-narrative-report/>
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) (2015). “OECD/G20 Base Erosion and Profit Shifting Project 2015 Final Reports”.
 › Disponible en: <https://www.oecd.org/ctp/beps-frequently-asked-questions.pdf>
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) (2017). “OECD releases latest updates to the Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations”.
 › Disponible en: <https://www.oecd.org/tax/transfer-pricing/oecd-releases-latest-updates-to-the-transfer-pricing-guidelines-for-multinational-enterprises-and-tax-administrations.htm>
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) (2019). “Guiding Principles for Durable Extractive Contracts”.
 › Disponible en: <https://www.oecd.org/dev/guiding-principles-for-durable-extractive-contracts-55c19888-en.htm>
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) (2022). “Base erosion and profit shifting – OECD BEPS”.
 › Disponible en: <https://www.oecd.org/tax/beps/>
- Otto, J.M. (1997). “A national mineral policy as a regulatory tool”, *Resources Policy*, 23(1-2), pp. 1–7.
 › Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0301-4207\(97\)00007-x](https://doi.org/10.1016/s0301-4207(97)00007-x)

- Perez Vallejos, P. (2017). “Problemática de las fundiciones de cobre en Chile y lean management como metodología de gestión”, *University of Chile*.
 › Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145188/Problemática-de-las-fundiciones-de-cobre-en-Chile-y-Lean-Management-como-metodolog%C3%A1Da-de-gestión.pdf?sequence=1>
- PWC (2012). “Corporate income taxes, mining Regalías and other mining taxes: A summary of rates and rules in selected countries”.
 › Disponible en: <https://www.pwc.com/gx/en/energy-utilities-mining/publications/pdf/pwc-gx-miining-taxes-and-Regalías.pdf>
- PWC (2022a). “Mining Taxes Summary Tool”.
 › Disponible en: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/mining-metals/mining-taxes-summary-tool.html>
- PWC (2022b). “Worldwide Tax Summaries Online: Corporate and individual taxes in 150 territories worldwide”.
 › Disponible en: <https://taxsummaries.pwc.com>
- Readhead, A. (2017). “IGF Addresses Corporate Tax Avoidance in the Mining Industry”, *Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF)*.
 › Disponible en: https://www.igfmining.org/stage_new/igf-addresses-corporate-tax-avoidance-mining-industry/
- Reuters (2022). “Chile’s Codelco profits slump 50% to September, cuts production target”.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/article/codelco-results-idUSL1N31T1GW>
- Samb, S (2022). “Guinea extends deadline for bauxite miners to present refinery plans”, *Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/world/africa/guinea-extends-deadline-bauxite-miners-present-refinery-plans-2022-06-10/>
- Saigal, K. (2019). “Mozambique’s glittering graphite mining boom”, *the Africa report.com*.
 › Disponible en: <https://www.theafricareport.com/412/mining-mozambique-glittering-graphite/>
- Sandell-Hay, C. (2022). “Madagascar Helping to Meet Global Graphite Demand”, *The Assay*.
 › Disponible en: <https://www.theassay.com/articles/analysis/madagascar-helping-to-meet-global-graphite-demand/>
- Shamsiev, B. (2022). “Dentons Global Mining Guide: Uzbekistan”, *Dentons*.
 › Disponible en: <https://www.dentons.com/en/insights/newsletters/2022/january/17/dentons-global-mining-guide/dentons-global-mining-guide-2022/uzbekistan>
- Sherwood, D. (2019). “How Lítio-rich Chile botched a plan to attract battery makers”. *Thomson Reuters*.
 › Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-chile-Litio-focus-idUSKCN1UC0C8>
- Shikana Law Group (2022). “Tanzania: Participación estatal in Mining Operations in Tanzania Mining Law”, *Mondaq*.
 › Disponible en: <https://www.mondaq.com/mining/1179732/state-participation-in-mining-operations-in-tanzania-tanzania-mining-law>
- Somay, S. et al. (2021). “Mining in Turkey: overview”, *Practical Law, Thomson Reuters*.
 › Disponible en: [https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/4-616-5262?transitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)&firstPage=true](https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/4-616-5262?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&firstPage=true)
- S&P Global (2019). “Zambian mineral Regalías increase”.
 › Disponible en: <https://ihsmarket.com/research-analysis/zambian-mineral-Regalías-increase.html>
- Statista (2022a). “Mine lifespan by selected commodities”, *Statista*.
 › Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/255479/mine-life-per-commodity/>

- Statista (2022b). “Production of stainless steel slabs in the Asia-Pacific region in 2020, by country or territory”.
 › Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/1129906/apac-stainless-steel-slab-production-by-country-or-region/>
- Taylor, A., Nana, P., Moutia-Bloom, J. (2022). “How mining & metals companies can make ESG work in a downturn”, *White & Case LLP*.
 › Disponible en: <https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/mining-metals-2022-how-mining-metals-companies-make-ESG-work-downturn>
- The Economist (2014). “Mining in Indonesia – Smeltdown”, January 18, 2014.
 › Disponible en: <https://www.economist.com/business/2014/01/18/smeltdown>
- The Economist (2017a). “A battle for supremacy in El triángulo del litio”.
 › Disponible en: <https://www.economist.com/the-americas/2017/06/15/a-battle-for-supremacy-in-the-Litio-triangle>
- The Economist (2017b). “Indonesia and the Philippines hobble the mining industry”.
 › Disponible en: <https://www.economist.com/asia/2017/02/23/indonesia-and-the-philippines-hobble-the-mining-industry>
- The Economist (2022). “Argentina could help the world by becoming a big Litio exporter”.
 › Disponible en: <https://www.economist.com/the-americas/2022/11/15/argentina-could-help-the-world-by-becoming-a-big-Litio-exporter>
- The Guardian (2022). “Revealed: Oil sector’s ‘staggering’ \$3bn-a-day profits for last 50 years”. *Guardian News and Media*.
 › Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2022/jul/21/revealed-oil-sectors-staggering-profits-last-50-years>
- Tirupati Graphite (2022). “Projects overview”.
 › Disponible en: <https://www.tirupatigraphite.co.uk/projects/>
- United Nations (UN) (2018). “United Nations handbook on selected issues for taxation of the extractive industries by developing countries”, *UN Department of Economic and Social Affairs*.
 › Disponible en: <https://digitallibrary.un.org/record/3801187?ln=en>
- UNCTAD (2021). “World Investment Report 2021”, *United Nations Conference on Trade and Development*.
 › Disponible en: https://unctad.org/system/files/official-document/wir2021_en.pdf
- US Department of State (2021). “2021 Investment Climate Statements: Madagascar”.
 › Disponible en: <https://www.state.gov/reports/2021-investment-climate-statements/madagascar/>
- U.S. Geological Survey (USGS) (2022). “Mineral commodity summaries 2022”, *U.S. Geological Survey*.
 › Disponible en: <https://doi.org/10.3133/mcs2022>
- Vander Molen, I. (2022). “Bolivia: Pursuing Sustainable Litio Mining”, *Center for Strategic and International Development (CSIS)*.
 › Disponible en: <https://www.csis.org/blogs/development-dispatches/bolivia-pursuing-sustainable-Litio-mining>
- Vandome, C. (2022). “Reforming zambia’s mines needs more change and support”, *Chatham House – International Affairs Think Tank*.
 › Disponible en: <https://www.chathamhouse.org/2022/05/reforming-zambias-mines-needs-more-change-and-support>
- Vásquez, P. (2022). “Can Bolivia Jump-Start its Litio Industry? A Q&A with Analyst Juan Carlos Zuleta”, *Wilson Center*.
 › Disponible en: <https://www.wilsoncenter.org/blog-post/can-bolivia-jump-start-its-Litio-industry-qa-analyst-juan-carlos-zuleta>

- Wood, A. (2022). “Raw Materials: Bauxite & Alumina Issues – Guinea, China and alumina supply/demand outlook”, *CRU conference presentation*.
 › Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwixo8flnNH7AhXBTKQEHdJxCH0QFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.aluminalimited.com%2Fdatabase-files%2Fview-file%2F%3Fid%3D20150&usq=AOvVaw11DfHM903nGWAzBBIDELDI>
- World Bank Group (2017). “The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future”.
 › Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf>
- World Bank Group (2018). “Global Investment Competitiveness Report 2017/2018: Foreign Investor Perspectives and Policy Implications”. *Washington, DC: World Bank*.
 › Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/58e3709a-29e0-5c3e-931d-6afad17d20f1>
- World Bank Group (2019). “World development report 2020: Trading for development in the age of global value chains”. *Washington, DC: World Bank*.
 › Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2020>
- World Bank Group (2020). “Electricity Access (% of population) Data”.
 › Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=GN>
- World Bank Group (2021). “Ease of doing business ranking”.
 › Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/IC.BUS.EASE.XQ>
- World Bank Group (2021b). “The Role of the State in Mongolia’s Mining Sector”, *Washington, DC: World Bank*.
 › Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/37298/P173631074c7de069090eb01f85e276b405.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- World Bank Group (2022). “Data from the Pink Sheet”, *Commodity Markets*.
 › Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>
- World Bank Group (2022b). “World Bank IBRD – IDA Database, current GDP by countries and regions”.
 › Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>



Anexo A.

Regímenes fiscales en el sector minero

En todo el mundo existen distintos enfoques de la fiscalidad minera, incluso dentro del planteamiento general de los regímenes fiscales y las regalías. En este anexo se exponen prácticas actuales para los principales impuestos y algunas de las cuestiones transversales clave.

A.1. Prácticas actuales en materia de fiscalidad minera

A.1.1. Regalías

Las regalías son pagos al Estado por el derecho a extraer recursos minerales finitos que pertenecen al Estado, y no son técnicamente un impuesto¹². Para muchos gobiernos, es importante que las regalías se recauden sobre todas las unidades de producción como compensación por la pérdida de esos recursos finitos. Por este motivo, son habituales las regalías “*ad valorem*” que se cobran como porcentaje del valor de las ventas. Estas regalías son sencillas de administrar y generan ingresos fiscales en cuanto la mina empieza a producir. Sin embargo, como se cobran sobre todas las ventas, independientemente de la rentabilidad, son regresivos y pueden disuadir la inversión y la producción. Por esta razón, algunos países cobran las regalías sobre las rentabilidades de explotación. Para aumentar la progresividad de las regalías, los países recurren cada vez más a las regalías de “escala móvil”, en los que la tasa de la regalía aumenta en función de los precios de los minerales o de los beneficios de las empresas mineras. En el *Esquema A.1*, se presenta una visión general de los enfoques actuales de las regalías, y en el *Esquema A.2* una evaluación sencilla de los distintos tipos de regalías en relación con los principios de la fiscalidad minera.

Esquema A.1: Prácticas actuales en materia de regalías mineras

Tipo	Base	Valor	Ejemplos de uso
Unitario (o “específico”)	Volumen	Valor por unidad de volumen	Australia (Queensland, para algunos minerales), India (algunos minerales), Rusia (carbón)
Ad valorem con tasa fija	Ingresos por ventas	Porcentaje fijo	Australia (la mayoría de los minerales en la mayoría de los Estados), Colombia, Ghana, Indonesia, Kazajstán, México, Nigeria, Filipinas, RDC, Rusia (la mayoría de los minerales), Tanzania, Zimbabue
Ad valorem con tasa variable por precio	Ingresos por ventas	Porcentaje variable según el precio del mineral	Burkina Faso, Costa de Marfil, Mauritania, Mongolia, Zambia
Ad valorem con tasa variable por rentabilidad	Ingresos por ventas	Porcentaje variable según margen de explotación	Níger, Sudáfrica
Según rentabilidad	Rentabilidades de explotación	Porcentaje variable según margen de explotación	Chile, Perú (con un mínimo de regalías <i>ad valorem</i>)

Fuentes: FERDI (2020), PWC (2012), BID (2020), S&P Global (2019), Fleming y Manley (2022).

¹² Los impuestos son pagos obligatorios y sin contrapartida al Estado. Aunque las regalías son obligatorias, no son gratuitas, ya que la empresa minera recibe el derecho a extraer, vender y obtener rentabilidad de los minerales a cambio de pagar las regalías.

Esquema A.2: Evaluación de los distintos tipos de regalías

Tipo	Eficacia económica	Progresividad	Simplicidad	Planificación	Robustez frente a BEPS
Basado en unidades (o “específico”)	Baja	Baja	Alta	Inicio de la producción	Alta
Ad valorem con tasa fija	Baja	Baja	Alta	Inicio de la producción	Media
Ad valorem con tasa variable por precio	Media	Media	Media	Inicio de la producción	Media
Ad valorem con tasa variable por rentabilidad	Media / Alta	Alta	Media / Baja	Inicio de la producción	Media
Rentabilidad	Alta	Alta	Baja	Potencialmente tardía en la producción y no en todos los años (a menos que combinado con <i>ad valorem</i>)	Baja

Fuente: Análisis propio de los autores.

A.1.2. Impuesto sobre sociedades (CIT)

El impuesto sobre sociedades (CIT) se utiliza comúnmente en todo el mundo para recaudar ingresos fiscales sobre las rentabilidades de las empresas privadas. El CIT suele aplicarse a una tasa porcentual fija sobre la renta imponible. Aunque las definiciones precisas de la renta imponible varían en todo el mundo, generalmente se calcula como los ingresos menos las deducciones permitidas, incluido el coste de los bienes vendidos, los gastos generales y administrativos, la depreciación de activos, los intereses de la deuda y las pérdidas trasladadas a ejercicios futuros. A lo largo de la última década, las tasas mundiales del impuesto sobre sociedades han ido disminuyendo, de entre el 35 % y el 40 % hace unos 10 o 15 años, a una media del 24 % en la actualidad (Banco Mundial, 2021b), a medida que los países compiten por la inversión extranjera directa. Sin embargo, las comparaciones de las tasas generales de CIT pueden ser engañosas, ya que las diferencias en las deducciones permitidas pueden tener un gran impacto en la tasa impositiva efectiva.

En algunos países, las empresas mineras tributan por sus rentabilidades igual que cualquier otra empresa en el régimen CIT. Pero en muchos países que tienen grandes sectores mineros, se utiliza un régimen CIT diferente para la minería. Puede tratarse de una tasa más alta, que refleja la propiedad del Estado sobre los recursos naturales, o de una tasa más baja, que refleja el deseo de atraer inversiones al sector minero. Los gobiernos también suelen introducir cambios en las deducciones permitidas a las empresas mineras para apoyar la recuperación de costes, reconociendo los grandes costes iniciales y los riesgos inherentes a los proyectos mineros. Las medidas de recuperación de costes en el CIT pueden incluir desgravaciones de capital (una deducción por adelantado de los costes de inversión), depreciación acelerada (que permite mayores deducciones por depreciación en los primeros años) y límites ampliados de las pérdidas trasladadas al ejercicio siguiente (de modo que cualquier pérdida importante sufrida en los primeros años de un proyecto minero pueda utilizarse para compensar futuras rentabilidades).

Los proyectos mineros suelen ser emprendidos por grandes multinacionales expertas en utilizar estrategias de elusión fiscal internacional¹³ para minimizar sus obligaciones fiscales globales. En respuesta a la elusión fiscal internacional, más de 130 países se han adherido al Marco Inclusivo BEPS de la OCDE y están aplicando una serie de medidas para hacer frente a la erosión de la base imponible y el traslado de beneficios (BEPS).¹⁴

13 Téngase en cuenta que la elusión fiscal es la práctica legal de explotar las deducciones permitidas y las diferencias entre los regímenes fiscales de todo el mundo para minimizar las obligaciones fiscales. No es lo mismo que evasión fiscal, que es el impago ilegal o el pago insuficiente de impuestos.

14 Véase la sección 10.2.2. (Elusión fiscal internacional) para una breve visión general.

Esquema A.3: Evaluación de los distintos tipos de regalías

Tipo	Colombia	RDC	Ghana	Indonesia	Laos	Mongolia	PNG	Tanzania	Zambia
Tasa CIT	33%	30%	25%	22%	20%	25%	30%	30%	30%
Depreciación	2-20% SD	2-25% SD	5 años en LR	5-12,5% en LR	2-50 años en LR	2-40 años en LR	7,5%-100% en LR	5 años en LR	4 años en LR
Límite del traslado de pérdidas	12 años	60% de la base imponible	5 años	5 años	5 años	4 años, 50% de la base imponible	-	70% de la base imponible	5 años, 50% de la base imponible

Notas: SD = saldo decreciente, LR = línea recta

Fuentes: Deloitte (2018), DLA Piper (2018), PWC (2022b).

Esquema A.4: Evaluación del impuesto sobre la renta

Tipo	Eficiencia económica	Progresividad	Simplicidad	Planificación	Robustez frente a BEPS
Impuesto sobre la renta	Alta	Alta	Baja	Tarde en producirse, no se paga en todos los años (por ejemplo, si da pérdidas)	Baja

Fuente: Análisis propio de los autores.

A.1.3. Retenciones fiscales

Las retenciones a cuenta son impuestos sobre los receptores de pagos de la empresa minera que son retenidos por la empresa minera y remitidos a las autoridades fiscales en nombre del beneficiario. Los principales tipos de retenciones en la minería son:

- Retención en la fuente sobre servicios, un impuesto sobre las entidades que prestan servicios a la empresa minera, como servicios técnicos y de ingeniería o servicios de gestión.
- Retención a cuenta sobre los intereses, que grava a las entidades que conceden préstamos a la empresa minera, por ejemplo, para financiar gastos de capital en la fase de desarrollo.
- Retención a cuenta sobre los dividendos, un impuesto que grava a los accionistas de una empresa minera por las rentabilidades que perciben a través del reparto de dividendos.

Si el beneficiario es una entidad nacional, las retenciones fiscales son efectivamente pagos anticipados del impuesto sobre la renta. Si el beneficiario es una entidad extranjera (no residente en el país anfitrión), son impuestos finales sobre las rentabilidades que el beneficiario obtiene de sus actividades en el país anfitrión. En este caso, la retención a cuenta sobre los pagos salientes a entidades extranjeras puede ser liberada de la doble imposición por las autoridades fiscales del país del beneficiario, ya sea en virtud de convenios bilaterales de doble imposición (CDI) o unilateralmente mediante créditos o deducciones.

Las retenciones en origen a los no residentes son una parte importante del régimen fiscal, ya que son la única forma de gravar a los no residentes por las rentabilidades derivadas del proyecto minero. También suelen ser una de las defensas más directas contra la elusión fiscal internacional, ya que gravan los pagos de alto riesgo a partes vinculadas, como los intereses de la deuda sobre préstamos vinculados o las comisiones de gestión pagadas a las sedes centrales. La eficacia de las retenciones en origen sobre los no residentes como defensa contra la elusión fiscal puede verse socavada por los convenios de doble imposición, ya que éstos suelen reducir las tasas de las retenciones en origen.

Esquema A.5: Evaluación de las retenciones fiscales

Tipo	Eficiencia económica	Progresividad	Simplicidad	Planificación	Robustez frente a BEPS
Dividendos	Alta	Alta	Alta	Tardía en la producción	Baja
Intereses	Baja	Baja	Alta	Inicio de la producción	Alta
Servicios	Baja	Baja	Alta	Durante el desarrollo y la producción	Alta

Fuente: Análisis propio de los autores.

A.1.4. Impuestos sobre la renta de los recursos

Los impuestos sobre la renta de los recursos ocuparon un lugar destacado en los debates sobre la política fiscal de los recursos en la década de 1970 y volvieron a ganar popularidad en la década de 2000. Su objetivo es gravar las ganancias inesperadas (o “rentas económicas”) de los proyectos mineros una vez que los inversores han alcanzado una tasa de rentabilidad crítica. Suele medirse por los flujos de caja acumulados del proyecto, que se incrementan cada año con la tasa crítica de rentabilidad. El rendimiento exigido se alcanza una vez que los flujos de caja acumulados del proyecto tras los incrementos resultan positivos, momento en el que el impuesto sobre la renta de los recursos suele cobrarse como un porcentaje fijo de los flujos de caja por encima de la tasa crítica de rentabilidad. Los impuestos sobre la renta de los recursos pueden aplicarse antes del impuesto sobre la renta, en cuyo caso el impuesto sobre la renta suele ser deducible de los ingresos imponibles, o aplicarse después del CIT, en cuyo caso los pagos del CIT se incluyen en los flujos de caja acumulados.

Los impuestos sobre la renta de los recursos están actualmente legislados en varios países, como Angola, Australia, Ghana, Liberia, Madagascar, Malawi, Namibia, Papúa Nueva Guinea, Sierra Leona y Timor Oriental. En la práctica, los impuestos sobre la renta de los recursos no suelen reportar a los gobiernos los beneficios previstos. Esto puede deberse a que las autoridades fiscales de algunos países en vías de desarrollo carecen de la capacidad administrativa necesaria para aplicar un instrumento fiscal complejo que requiere evaluaciones anuales de los flujos de caja acumulados a lo largo de muchos años, o bien a que el proyecto nunca alcanza la tasa crítica de rentabilidad o, en caso contrario, solo lo hace tardíamente en el ciclo de vida del proyecto.

Esquema A.6: Evaluación de las retenciones fiscales

Tipo	Eficiencia económica	Progresividad	Simplicidad	Planificación	Robustesse à BEPS
Impuesto sobre la renta de los recursos	Muy Alta	Muy Alta	Baja	Tardía en la producción	Media

Fuente: Análisis propio de los autores.

A.1.5. Participación estatal

La participación estatal se utiliza habitualmente en la minería, quizá porque los gobiernos anfitriones equiparan la participación estatal a la retención de la propiedad sobre sus recursos naturales finitos. Existen tres tipos principales de participación estatal:

- **Participación gratuita**, en la que el Estado recibe una participación en la propiedad sin coste alguno para él y no está obligado a contribuir a los costes del proyecto, sino que recibe dividendos o una parte de las rentabilidades.
- **Participación estatal plena**, donde el Estado adquiere una participación en el capital y contribuye a los costes de exploración y desarrollo (y a las futuras necesidades de liquidez) en proporción a su participación, a cambio de una parte de los beneficios o dividendos.
- **Comisión de éxito**, cuando el inversor privado “asume” la compra inicial de acciones por parte del Estado y este la reembolsa con su participación en los beneficios o dividendos futuros. La cantidad adeudada por el Estado al inversor genera intereses, a menos que el Estado reciba una “comisión de éxito gratuita”, en cuyo caso el pago es en realidad un préstamo sin intereses al Estado.

Las participaciones gratuitas son relativamente comunes, sobre todo en el África subsahariana, y suelen implicar una participación relativamente pequeña en el capital, lo que las convierte de hecho en una forma de retención fiscal sobre los dividendos combinada con una representación (no de control) en el consejo de administración. La participación plena es más común cuando las empresas estatales participan activamente en proyectos mineros, como Codelco en Chile y Kumul Mineral Holdings, la empresa minera estatal de Papúa Nueva Guinea.

La participación estatal se ha puesto en el punto de mira recientemente, y muchos analistas sostienen que no aporta valor a los países anfitriones (Banco Mundial, 2021b). En el caso de la participación estatal plena, el Estado debe encontrar recursos para contribuir a los gastos del proyecto minero, ya sea a partir de los presupuestos nacionales (potencialmente ya ajustados) o mediante préstamos. Aunque los intereses devengados significan que el Estado no necesita aportar recursos directos, los intereses devengados a menudo significan que el Estado no recibe dividendos hasta que la mina lleva muchos años produciendo, si es que los recibe.¹⁵ Incluso el capital libre puede generar ingresos más bajos de lo previsto, y más tardíos en el ciclo de vida del proyecto que otros instrumentos fiscales, ya que las empresas mineras internacionales pueden utilizar técnicas de transferencia de beneficios, como deducciones excesivas de intereses en préstamos a partes vinculadas, para retirar beneficios de los países anfitriones sin pagar dividendos.

Esquema A.7: Evaluación de la participación estatal

Tipo	Eficiencia económica	Progresividad	Simplicidad	Planificación	Robustesse à BEPS
Participación estatal – cuota de capital libre	Baja	Alta	Moyen	Tardía en la producción	Baja
Participación estatal – cuota de capital aportada	Moyen	Alta	Baja	Tardía en la producción, si la hubiera	Baja
Participación estatal – participación plena en el capital	Alta	Alta	Baja	Coste durante el desarrollo, ingresos tardíos en la producción, si la hubiera	Baja

Fuente: Análisis propio de los autores

¹⁵ Véase, por ejemplo, el comentario sobre la mina de cobre Oyu Tolgoi en Mongolia de Open Oil (2016).

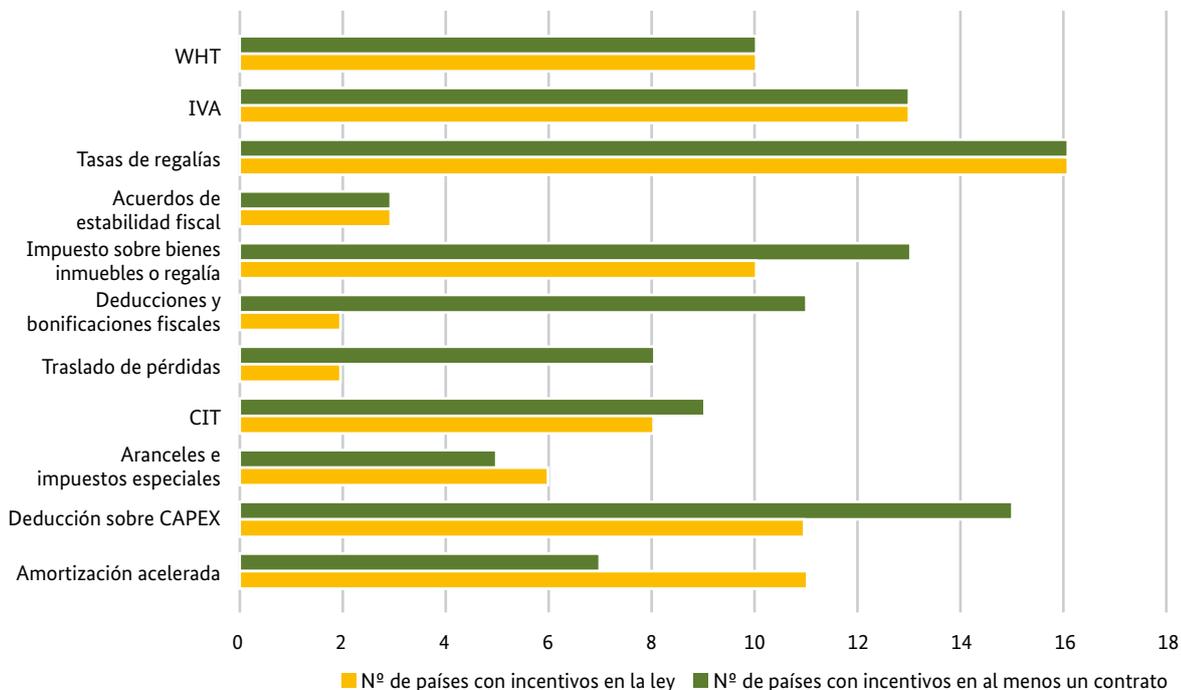
A.2. Cuestiones transversales en la fiscalidad minera

A.2.1. Incentivos fiscales

Los incentivos fiscales se utilizan habitualmente para atraer inversión extranjera directa en todo el mundo, incluido el sector minero. Aun así, las pruebas son contradictorias y su uso controvertido. Algunos economistas creen que los incentivos fiscales son una forma ineficaz de atraer inversiones (Forstater, 2017), y las encuestas a inversores tienden a mostrar que otros factores importan más para las decisiones de inversión que los impuestos, como la estabilidad macroeconómica y política, las infraestructuras y la disponibilidad de mano de obra cualificada (Banco Mundial, 2018). Otros sostienen que los incentivos fiscales pueden ser una forma eficaz de atraer inversiones, aunque cuando los incentivos fiscales son eficaces, tienden a ser para inversiones que buscan la eficiencia, que son móviles y pueden trasladarse a los países más competitivos en cuanto a costes, incluidos los que ofrecen impuestos o incentivos bajos.¹⁶ Por lo tanto, muchos sostienen que los incentivos fiscales son menos eficaces para las inversiones en recursos naturales, ya que los recursos minerales son fijos y no pueden trasladarse a otro país en respuesta a impuestos más bajos.

Pese a ello, los incentivos fiscales siguen siendo habituales, incluso para las inversiones mineras. Según un estudio reciente realizado en 22 países, los incentivos fiscales se utilizan en una amplia gama de impuestos y se establecen tanto en la legislación como en los contratos de concesión (IGF Mining, 2022) (*Esquema A.8*). Los incentivos basados en los costes, como las desgravaciones por bienes de capital y la amortización acelerada, tienden a ser más eficaces que los incentivos basados en la rentabilidad, como las vacaciones fiscales. Esto se debe a que los incentivos basados en los costes tienen costes limitados y predecibles para los gobiernos y reducen los costes de capital para los inversores, mientras que los incentivos basados en la rentabilidad suponen los mayores costes para los gobiernos y el mayor beneficio para las minas más rentables, que son las que menos necesitan incentivos fiscales para apoyar la inversión en primer lugar.

Esquema A.8: Prevalencia de los incentivos fiscales en la minería



Notas: WHT = retención fiscal, IVA = impuesto al valor agregado, CAPEX = gastos de capital, CIT = impuesto sobre sociedades.

Fuente: IGF Mining (2022)

¹⁶ Esto incluye la fabricación de bienes exportados, que tenderá a localizarse en países donde los costes de producción sean más bajos y tengan buen acceso a grandes mercados, servicios financieros con una huella económica relativamente pequeña en términos de activos de capital o empleados, o intangibles como la propiedad intelectual.

A.2.2. Elusión fiscal internacional

La gran minería está dominada por empresas multinacionales con numerosas filiales situadas en diferentes jurisdicciones fiscales. Su capacidad para repartir sus actividades entre distintas filiales les permite trasladar sus rentabilidades a jurisdicciones de baja tributación. Pueden hacerlo aprovechando las reducciones o exenciones de las retenciones fiscales en los tratados de doble imposición (el llamado *treaty shopping*) e inflando artificialmente los costes de los servicios o bienes proporcionados por las filiales a la empresa minera en el país anfitrión (el llamado *transfer mispricing*).

Se calcula que las economías en desarrollo pierden anualmente entre 100 000 y 240 000 millones de dólares en ingresos fiscales potenciales en todos los sectores debido a estas actividades (OCDE, 2022). Para contrarrestar esta pérdida, en 2015 se puso en marcha el Plan de Acción contra la Erosión de la Base Imponible y el Traslado de Beneficios (BEPS) de la OCDE. En este marco, más de 135 países y jurisdicciones están colaborando en la aplicación de 15 medidas para hacer frente a la elusión fiscal, mejorar la coherencia de las normas fiscales internacionales y garantizar un entorno fiscal más transparente. Para las economías ricas en recursos son especialmente relevantes las siguientes medidas (IGF BEPS, 2022):

- Limitación de las deducciones de intereses excesivas (Acción 4)
- Prevención del abuso de los convenios fiscales (Acción 6)
- Precios de transferencia (Acción 8 a 10)

Por ejemplo, la iniciativa BEPS recomienda actualmente la limitación de las deducciones excesivas de intereses, mediante la aplicación de un límite al nivel de intereses deducibles a efectos fiscales en relación con los beneficios, que suele ser un porcentaje de los beneficios antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (EBITDA). También ha elaborado directrices detalladas para determinar precios comparables entre partes no vinculadas (según el denominado principio de plena competencia), a fin de limitar los precios erróneos en las transferencias. Para contener los abusos de los convenios fiscales, BEPS ofrece orientaciones sobre normas antiabuso específicas y generales o doctrinas judiciales (OCDE, 2015). Además, la OCDE elaboró directrices detalladas sobre la aplicación del “principio de plena competencia”, que representa el consenso internacional sobre la valoración de las transacciones transfronterizas entre empresas asociadas, a efectos del impuesto sobre la renta (OCDE, 2017).

Aunque las iniciativas BEPS dieron lugar a numerosos cambios en las normas fiscales internacionales para limitar el traslado de beneficios, algunas autoridades consideraron que no había abordado adecuadamente los retos de la digitalización de la economía. Muchos países empezaron a imponer medidas fiscales unilaterales, incluida nueva legislación para gravar a las empresas que operan en una jurisdicción a través de plataformas en línea, ventas en línea o por otros medios con la introducción de un impuesto sobre los servicios digitales (KPMG, 2022). Esto llevó al lanzamiento de BEPS 2.0, que se aplica a los grupos multinacionales con ingresos de al menos 750 millones de euros. El segundo pilar de BEPS, también llamado Propuesta Global contra la Erosión de la Base (GloBE), pretende utilizar un impuesto mínimo global del 15 % para disuadir a las EMN de transferir rentabilidad fuera de los países donde operan. Además, determinados pagos realizados a partes vinculadas y gravados por debajo del nueve por ciento pueden estar sujetos a nuevas retenciones fiscales. Aunque GloBE suele calificarse de reforma fiscal digital, puede tener un impacto significativo en los países mineros y, en el peor de los casos, restar derechos fiscales a los países ricos en recursos. Por lo tanto, los gobiernos deben prestar mucha atención al proceso de reforma en curso y aplicar medidas cuando sea necesario para proteger los derechos fiscales sobre sus recursos naturales (véase más información en IGF BEPS, 2022).

Anexo B. Metodología de estimación del potencial de ingresos públicos

Este anexo ofrece una descripción más detallada de la metodología y los supuestos utilizados para elaborar las estimaciones del potencial de ingresos presentadas en este informe.

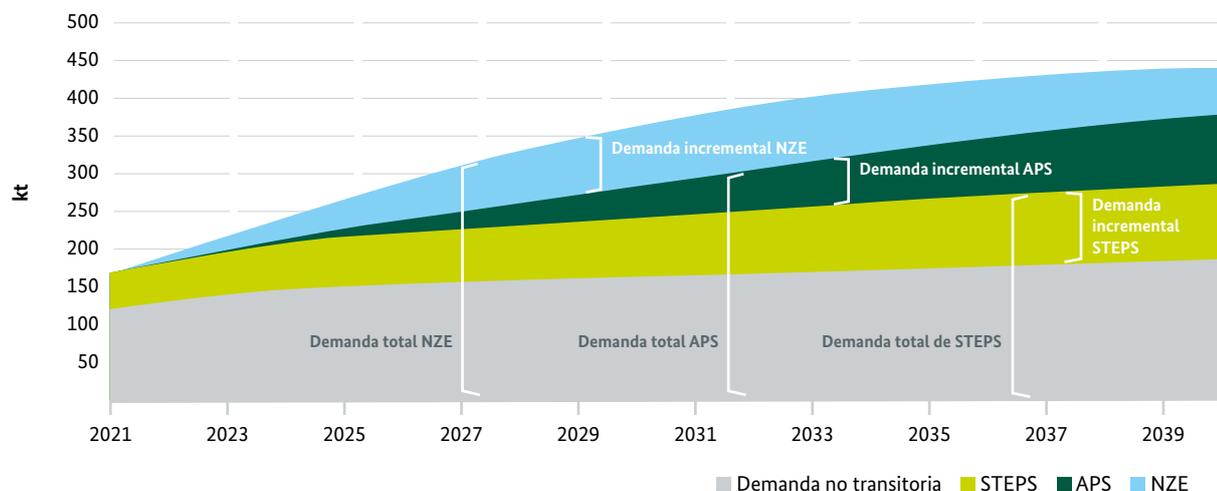
B.1. Estimación de la producción minera

Las estimaciones de la producción minera futura se derivan de las proyecciones de demanda de cada mineral menos la oferta secundaria. Para la proyección de la demanda, utilizamos tres escenarios principales que han sido desarrollados por la AIE (2021; Kim, 2022):

1. **El escenario de políticas declaradas (STEPS)** es la demanda estimada de minerales para la transición energética según las políticas actuales, basada en una evaluación sector por sector de las políticas específicas que están en vigor o han sido anunciadas por los gobiernos. Proporciona una indicación de hacia dónde conducen al sector energético las políticas y planes actuales, y la correspondiente demanda de minerales.
2. **El Escenario de Compromisos Anunciados (APS)** se introdujo en 2021 y asume que todos los compromisos climáticos asumidos por los gobiernos de todo el mundo, incluidas las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC – Nationally Determined Contributions) y los objetivos de reducción a cero a largo plazo, así como los objetivos de acceso a la electricidad y cocina limpia, se cumplirán en su totalidad y a tiempo. La AIE no ha publicado estimaciones sobre la demanda de bauxita, grafito u OTR en este escenario.
3. **El Escenario de Cero Emisiones Netas para 2050 (NZE)** es el escenario más ambicioso al establecer una vía para que el sector energético mundial alcance las cero emisiones netas de CO₂ en 2050. No depende de reducciones de emisiones ajenas al sector energético para alcanzar sus objetivos. El acceso universal a la electricidad y la cocina limpia se logran para 2030. La AIE no ha publicado estimaciones sobre la demanda de bauxita, grafito y OTR en este escenario. Para estos productos asumimos una producción bajo el Escenario de Desarrollo Sostenible (SDS), para el que Gregoir y van Acker (2022) han publicado estimaciones de demanda. Al igual que en el escenario NZE, el SDS parte de la base de que los compromisos actuales de reducción a cero se alcanzan en su totalidad y de que se realizan grandes esfuerzos para lograr reducciones de emisiones a corto plazo: las economías avanzadas alcanzan el cero neto en 2050, China en torno a 2060 y el resto de los países en 2070 como muy tarde.

Las estimaciones de demanda de minerales para el litio, el cobalto, el cobre y el níquel debido a la transición energética se han tomado directamente de las estimaciones compartidas por la AIE con los autores de este estudio (Kim, 2022). Para la bauxita, el grafito y los OTR, las estimaciones de la demanda para la transición energética proceden de un informe de la Universidad KU Leuven (Gregoir y van Acker, 2022), que combinaba las proyecciones de la AIE sobre tecnologías energéticas limpias con la intensidad media de cada aplicación para los respectivos minerales. Por ejemplo, la demanda mundial de cobre para la transición energética se calculó cuantificando la cantidad de cobre necesaria en las proyecciones de la AIE para vehículos eléctricos, paneles solares, turbinas eólicas, baterías de hidrógeno e infraestructuras de red.

Como muchos minerales de la transición energética tienen usos existentes que no están relacionados con la transición energética, el informe de la AIE y la Universidad KU Leuven incluye estimaciones de la demanda total en todos los escenarios, así como la demanda incremental relacionada con la transición energética (AIE, 2021; Gregoir y van Acker, 2022). Las diferentes presentaciones se ilustran en el *Esquema B.1 a continuación*, utilizando el cobalto como ejemplo.

Esquema B.1: Presentación de los escenarios de demanda de cobalto

Nota: STEPS = Escenario de políticas declaradas; APS = Escenario de compromisos anunciados; NZE = Escenario neto cero
Fuente: AIE (2021) y Kim (2022).

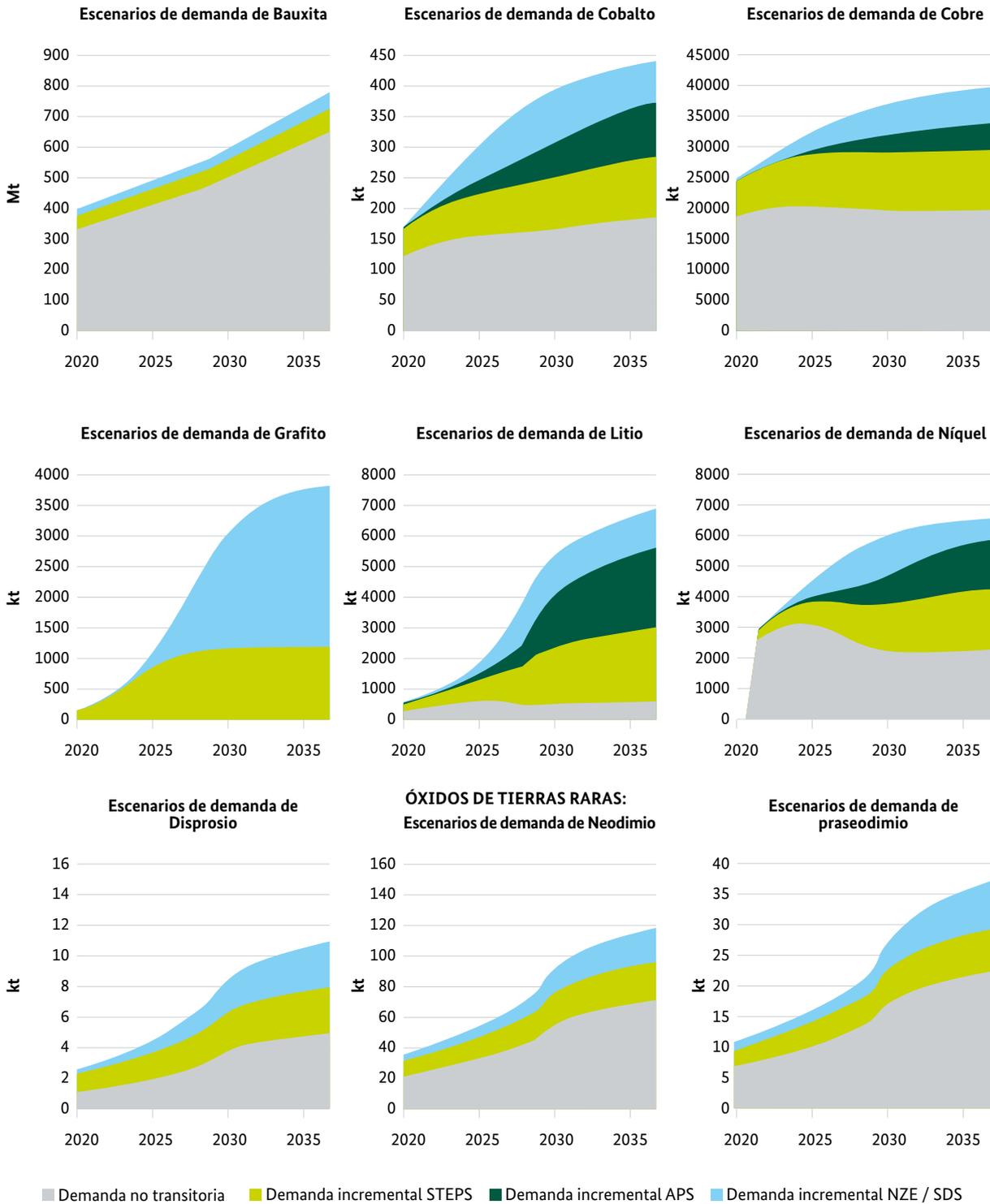
Para algunos minerales que tienen amplios usos industriales no relacionados con la transición energética, como el cobre y la bauxita (utilizada en el aluminio), se espera que la demanda de la transición energética represente una parte relativamente pequeña de la demanda total. Para otros minerales que tienen usos limitados fuera de las energías renovables y los vehículos eléctricos, como el litio, la demanda de la transición energética representa una parte mayor de la demanda total.

Los datos disponibles sobre la demanda presentan tres limitaciones fundamentales. En primer lugar, no existen proyecciones de la demanda de bauxita. En este caso, utilizamos los datos de proyección de la demanda de aluminio publicados por la Universidad KU Leuven (Gregoir y van Acker, 2022) para derivar la demanda de bauxita. Calculamos la cantidad de bauxita necesaria para producir una tonelada de alúmina (un producto intermedio en la fabricación de aluminio) y, a continuación, la cantidad de alúmina necesaria para producir una tonelada de aluminio acabado. La proporción final de bauxita y aluminio es de aproximadamente 4:1 (Gobierno de Canadá, 2022).

En segundo lugar, no había estimaciones de la demanda total de grafito. Por lo tanto, solo presentamos la demanda incremental de grafito para la transición energética según STEPS y SDS, tal y como se recoge en el estudio de la Universidad KU Leuven (Gregoir y van Acker, 2022).

En tercer lugar, los datos sobre la demanda de bauxita, grafito y OTR proceden del estudio de la Universidad KU Leuven, que solo proporciona estimaciones de la demanda para los escenarios STEPS y SDS, pero no para el escenario APS. Por lo tanto, para las estimaciones globales y regionales utilizamos las proyecciones de demanda SDS tanto para el escenario NZE/SDS como para el APS. Los escenarios de demanda utilizados para nuestras estimaciones del potencial de ingresos se presentan en el *Esquema B.2*.

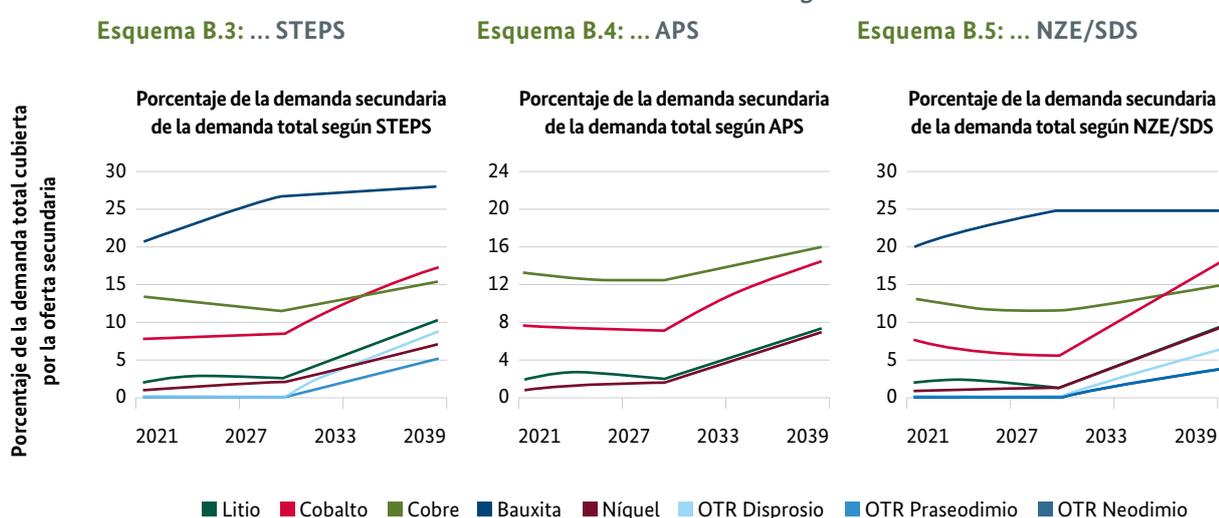
Esquema B.2: Escenarios de demanda para los minerales de la transición energética determinados



Notas: No se dispone de estimaciones de la demanda no transitoria de grafito.
 La demanda de bauxita se deriva de la demanda de aluminio.
 Fuente: AIE (2021), Kim (2022), Gregoir y van Acker (2022)

Para estimar la oferta primaria procedente de la minería, restamos las estimaciones de la oferta secundaria (reciclaje) de los escenarios de demanda. También se dispone de estimaciones de oferta secundaria de litio, cobalto, cobre y níquel en los datos compartidos por la AIE con los autores del informe (Kim, 2022). Los datos de oferta secundaria para el resto de los minerales se presentan en el informe de la Universidad KU Leuven (Gregoir y van Acker, 2022). El informe de la KU Leuven incluye datos sobre la chatarra nueva y la vieja, pero no distingue entre la oferta secundaria total y la oferta secundaria incremental para la transición energética. La chatarra nueva no suele sustituir a la producción primaria, ya que en su mayor parte se reprocesa y reutiliza inmediatamente en los procesos de fabricación y manufactura, lo que significa que la chatarra nueva no suele considerarse una adición neta a la oferta (Gómez, Guzmán y Tilton, 2007). Por lo tanto, excluimos la chatarra nueva y deducimos el reciclaje estimado de chatarra vieja de las estimaciones de demanda para obtener la oferta primaria. Además, estimamos la oferta secundaria incremental debido a la transición energética basándonos en la proporción anual de la demanda impulsada por la transición respecto a la demanda total.

Contribución de la oferta secundaria a la demanda de minerales según ...

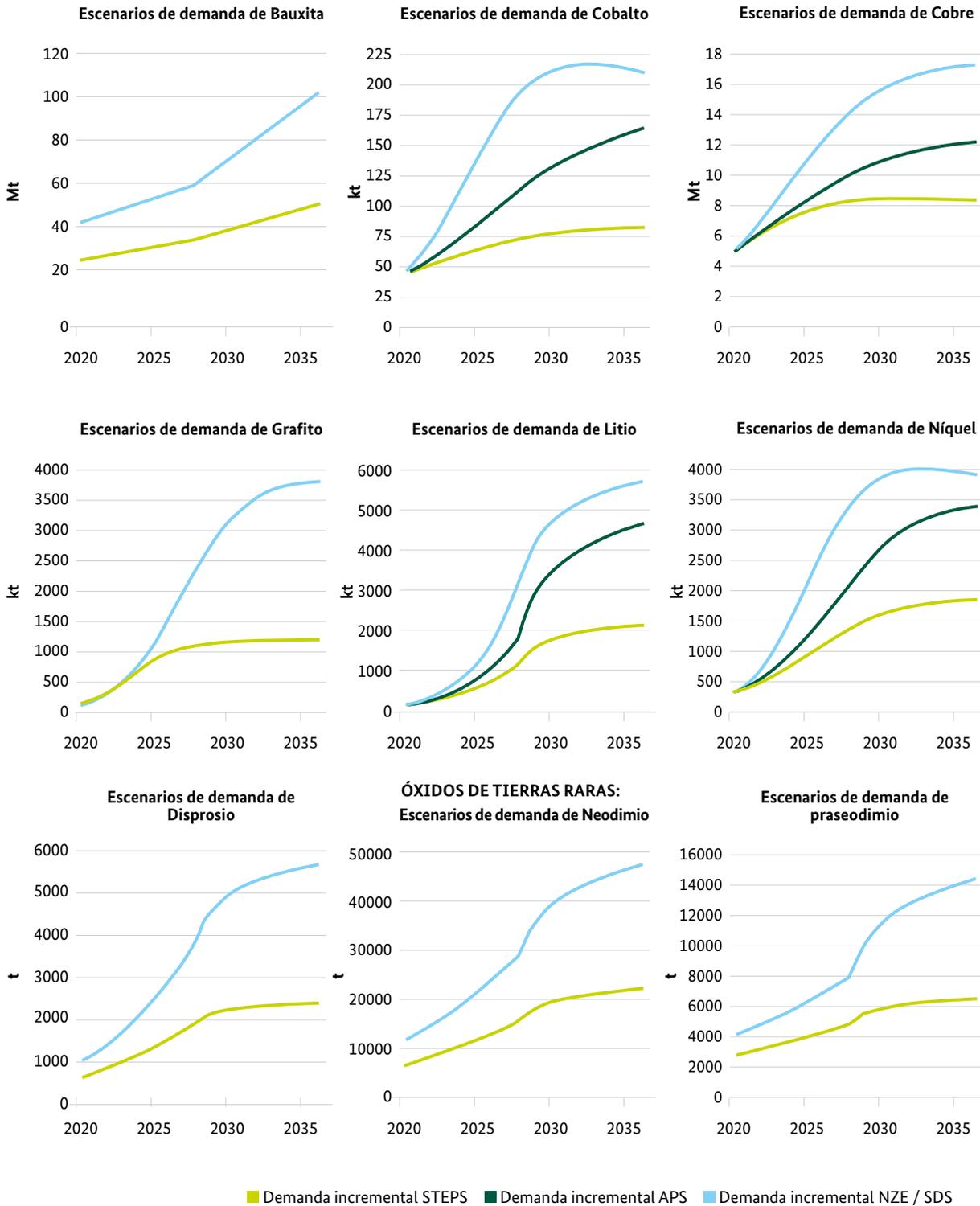


Fuente: Cálculos propios basados en AIE (2021), Kim (2022) y Gregoir y van Acker (2022).

La demanda neta de la minería para cada mineral se estima a continuación según STEPS, APS y NZE¹⁷ restando la oferta secundaria de la demanda total (Esquema B.6).

17 En el caso de la bauxita, el grafito y los óxidos de tierras raras, NZE se sustituye por SDS.

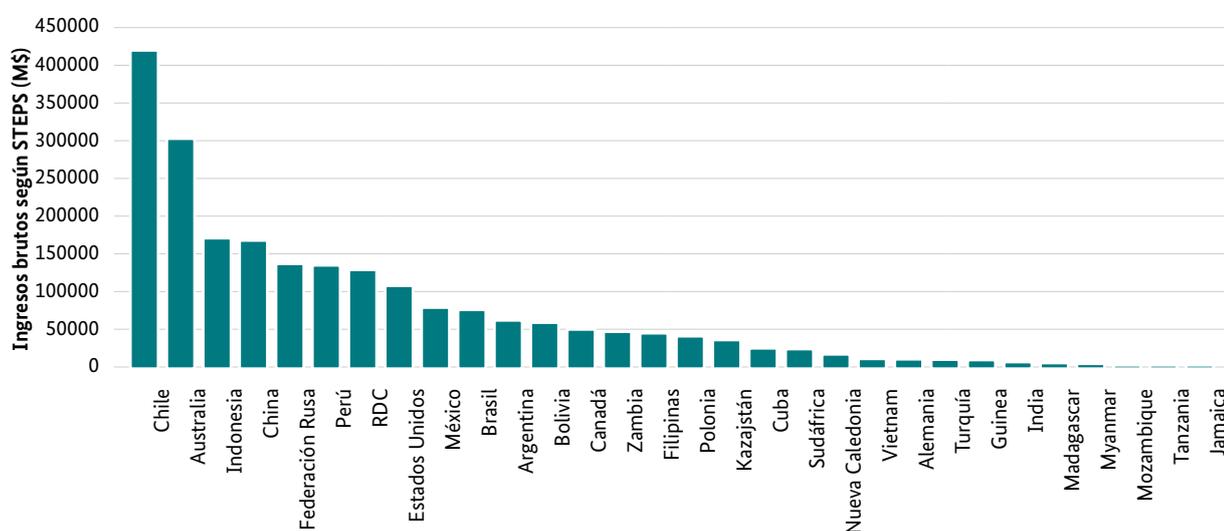
Esquema B.6: Net demand from mining for each selected energy transition mineral under STEPS, APS and NZE/SDS



Fuente: Cálculos propios de los autores basados en AIE (2021).

Desglosamos aún más las estimaciones de oferta/producción primaria por país, para los países que están produciendo actualmente o tienen reservas significativas según el USGS, de los cuales había 52 países en total (véase el *Esquema B.7*).¹⁸ Este cálculo nos permite tener en cuenta tanto los ingresos de los niveles actuales de producción como los posibles ingresos futuros de las reservas. En la práctica, las reservas no entrarán en funcionamiento de inmediato, ya que los nuevos yacimientos tardarán en explorarse y desarrollarse para alcanzar la producción. A la inversa, las minas actualmente en producción se agotan. Para tenerlo en cuenta, hemos simplificado la hipótesis de que las reservas entrarán en funcionamiento gradualmente a lo largo del periodo previsto, mientras que la producción se irá reduciendo a la misma tasa.

Esquema B.7: Países con importantes reservas y producción de minerales de la transición energética e ingresos brutos superiores a 1 000 millones de dólares según STEPS



Fuente: Análisis propio de los autores.

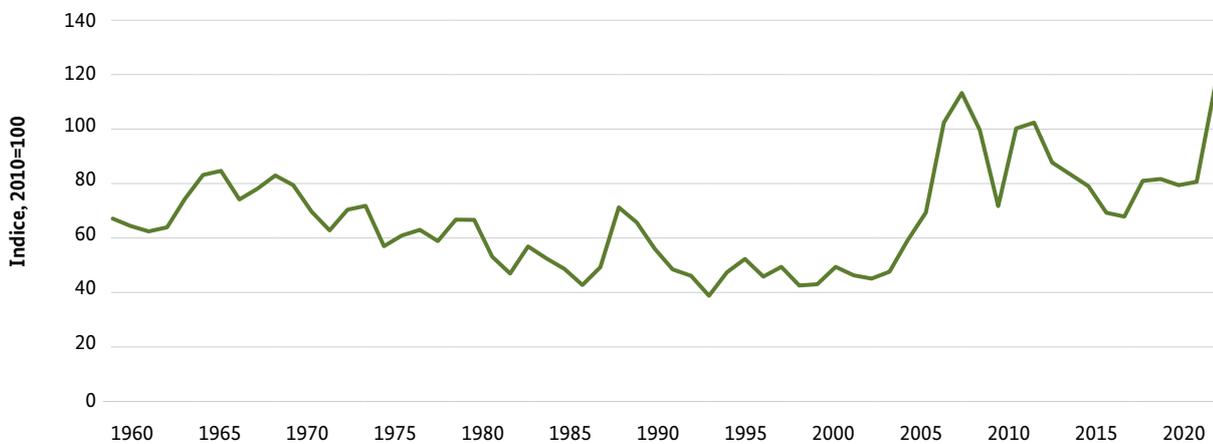
Para los países que producen actualmente y tienen reservas importantes, esto significa que su cuota de producción actual será sustituida progresivamente por su cuota de reservas. Para los países que producen actualmente pero no tienen reservas importantes, esto significa que su oferta de minerales de la transición energética se reduce durante el periodo previsto. En cambio, en los países que tienen reservas importantes, pero no producen, el suministro de minerales de la transición energética se irá incrementando a lo largo del periodo previsto.

18 Si un país produce actualmente "w" toneladas de un mineral de la transición energética y la producción total de minerales de la transición energética es "x", estimamos que el país tiene una cuota de producción de "w/x%". Si el mismo país tiene reservas de "y" toneladas y la cantidad total de reservas estimadas para ese mineral crítico es de "z", entonces le asignaríamos una cuota de reservas de "y/z".

B.2. Proyecciones de los precios de los minerales

Los precios de los minerales son volátiles y difíciles de proyectar. La minería es una industria cíclica, cuya demanda depende del crecimiento de mercados y sectores clave. El aumento de la oferta suele requerir mucho tiempo, ya que se tarda varios años en explotar un yacimiento, pasar de la exploración al desarrollo y llegar a la producción. Esto puede dar lugar a periodos de escasez de oferta con precios altos de los minerales, lo que a su vez induce nuevas inversiones en la oferta que más tarde pueden dar lugar a un exceso de oferta y a periodos de precios más bajos (véase el *Esquema B.8*).

Esquema B.8: Índice histórico de precios de metales y minerales



Nota: Índice anual de precios de metales y minerales en dólares en términos reales (2010=100).
Fuente: Banco Mundial (2022).

Los resultados del pasado no son necesariamente un buen indicador de los precios futuros de los minerales. Por ejemplo, una hipótesis de precios retrospectiva a finales del siglo pasado habría resultado muy inexacta, ya que no habría anticipado el superciclo de las materias primas de la primera década del siglo XX, impulsado en gran medida por la industrialización de China. Una hipótesis de precios retrospectiva para este estudio podría no anticipar un superciclo liderado por la transición energética para algunos minerales de la transición energética. Por lo tanto, utilizamos las proyecciones de precios a futuro para cada mineral como punto de partida para estimar el potencial de ingresos de los minerales de la transición energética. La principal fuente de previsiones de precios prospectivas es Consensus Economics (2022), que sondea a los bancos de inversión y a otros comentaristas económicos para conocer sus previsiones de precios de los minerales y luego elabora una proyección media de “consenso”. No se dispone de proyecciones de consenso para el grafito y los óxidos de tierras raras. En su lugar, utilizamos las hipótesis de precios a largo plazo comunicadas por las empresas mineras en los estudios de viabilidad para el desarrollo de nuevas minas de grafito¹⁹, y una proyección de Statista para los óxidos de tierras raras (Garside, 2021).

Para reflejar la incertidumbre en los precios futuros de los minerales, construimos escenarios de precios bajos y altos en torno a las proyecciones centrales de precios. Estos escenarios son una simple desviación porcentual en torno al escenario central de precios, con los rangos para cada mineral determinados por el rango intercuartílico de los precios históricos. Por ejemplo, si el cuartil superior fue históricamente un 10% más alto que el precio medio histórico, el escenario de precios altos es un 10% superior al escenario de precios centrales. Los escenarios de precios para cada mineral figuran en la *Tabla B.1*.

¹⁹ Un proyecto en Madagascar (proyecto Molo de NextSource) y cuatro en Norteamérica (Northern Graphite, NOU, Focus y Mason).

Tabla B.1: Supuestos de precios a largo plazo para cada mineral

	Bauxita \$/t	Cobalto \$/t	Cobre \$/t	Grafito \$/t	Litio \$/t	Níquel \$/t	OTRs: Dy / Nd / Pr \$/kg
Baja	22	48.673	7.112	1.525	10.713	16.026	340 / 44 / 52
Central	23	53.286	7.629	1.609	11.600	17.864	440 / 46 / 60
Alta	26	69.110	8.686	1.795	18.210	22.112	737 / 61 / 96

Nota: El precio del litio es para el carbonato de litio; OTR = óxidos de tierras raras; Dy = disprosio; Nd = neodimio; Pr = praseodimio. Los precios a largo plazo de Consensus Economics son en términos reales y se aplican al periodo 2027-31.

Fuente: Consensus Economics (2022), Gardside (2021), estudios de viabilidad de 4 minas de grafito y cálculos propios de los autores.

B.3. Beneficios estimados previos a impuestos de las empresas mineras

La mayoría de los regímenes fiscales en el sector minero se basan en los beneficios, en el sentido de que los impuestos sobre sociedades, los impuestos sobre la renta de los recursos y las retenciones fiscales sobre los dividendos gravan una parte de los beneficios. Las regalías pueden recaudarse sobre el valor de las ventas (“*ad valorem*”) o sobre los beneficios de explotación. Para estimar el potencial de ingresos, primero hay que calcular los beneficios estimados previos a impuestos de las empresas mineras.

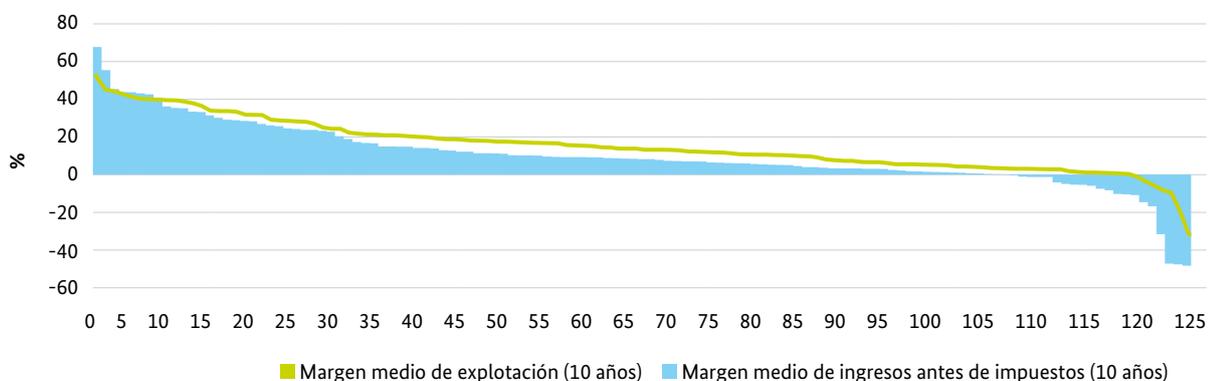
La rentabilidad de cada mina puede variar considerablemente en función de la ley de los recursos minerales, la magnitud de la inversión de capital, los métodos y dificultades de las operaciones de extracción y transformación, y los costes del transporte interior y del cargamento para exportar los minerales. Para estimar la rentabilidad agregada de las empresas mineras, utilizamos datos sobre márgenes de beneficios estimados previos a impuestos, tal y como figuran en los estados financieros y cotejados por Finbox (2022).

Para centrarnos en las empresas más relevantes del conjunto de datos de Finbox, filtramos por industria a “Metales y minería” y por ingresos para mostrar solo las empresas con ingresos anuales superiores a 750 millones de dólares. Este umbral de ingresos se seleccionó para eliminar las empresas de exploración (que no generan ingresos) y para que coincidiera en líneas generales con el umbral de las grandes multinacionales incluidas en las propuestas de la OCDE para un impuesto mínimo global. De este modo, el conjunto de datos inicial incluía 392 empresas.

El sector “Metales y minería” incluye empresas que no son empresas mineras de fases previas, como fundiciones y refinerías, fabricantes de productos metálicos intermedios (como chapas, varillas y tubos) y empresas que prestan servicios a la industria de metales y minerales. Como las rentas económicas suelen captarse en la fase minera de fases previas, estas empresas no mineras suelen tener márgenes de rentabilidad más bajos que las empresas mineras. Por lo tanto, se aplicaron una serie de filtros de palabras clave para eliminar las empresas que pudieran ser no mineras, lo que dio como resultado la exclusión de 139 empresas. Por último, se aplicó un filtro manual para excluir otras 122 empresas que podían identificarse como no mineras a partir de búsquedas en internet. Se incluyeron en el conjunto de datos las empresas en las que se podían identificar tanto actividades mineras de fases previas como algún tipo de transformación posterior en metales (pero no en productos intermedios), ya que cabía esperar que parte de la producción de minerales de la transición energética corriera a cargo de empresas mineras y de transformación integradas.

El resultado fue un conjunto de datos de 130 empresas, de las que se excluyeron 3 por considerar que las cifras presentadas podían ser errores estadísticos, lo que dejó una muestra final de 127 empresas. En el *Esquema B.9* se muestra la distribución de los márgenes medios de ingresos antes de impuestos y de explotación durante 10 años de las 127 empresas incluidas en el análisis. Los márgenes de beneficios antes de impuestos suelen ser inferiores a los márgenes de explotación, lo que refleja el conjunto más amplio de costes que se deducen en los beneficios antes de impuestos pero que están por debajo de la línea de los beneficios de explotación (como los costes de intereses de la deuda). En unos pocos casos, los márgenes de ingresos antes de impuestos son superiores a los márgenes operativos, muy probablemente debido a la inclusión de ingresos no operativos en los ingresos antes de impuestos (como los intereses recibidos por préstamos). Durante el periodo de 10 años comprendido entre 2012 y 2021, la mediana del margen de ingresos antes de impuestos fue del 8% y la media del 10%, mientras que la mediana del margen de ingresos de explotación fue del 14% y la media del 16%.

Esquema B.9: Distribución de la media a 10 años de los márgenes de ingresos antes de impuestos y de explotación de las empresas mineras



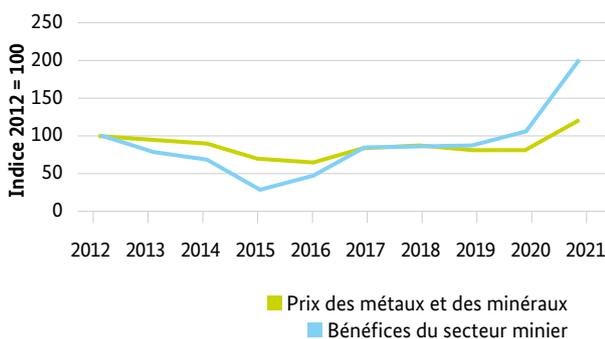
Fuente: Finbox (2022) y análisis propio de los autores.

La rentabilidad de la minería también varía a lo largo del ciclo económico, con periodos de precios altos de los minerales correlacionados con mayores ingresos y viceversa. Por lo general, un aumento de los precios de los minerales también está correlacionado con subidas de los precios de otras materias primas, como el petróleo y el gas, y por lo tanto se asocia con un aumento de los costes de extracción y procesamiento, que pueden ser intensivos en energía. Sin embargo, como otros costes no están correlacionados con el aumento de los precios de las materias primas, como la mano de obra y algunos consumibles utilizados, los ingresos suelen ser más sensibles que los costes de explotación a las variaciones del precio de los minerales. Esto significa que, en general, los márgenes de rentabilidad tienden a aumentar con los precios de los minerales, y viceversa (*Esquema B.10*).

Esquema B.10: Márgenes de rentabilidad de las empresas mineras y precios de los minerales



Esquema B.11: Precios de los metales y minerales y rentabilidad del sector minero, 2012-2021 (2012=100)



Fuente: Banco Mundial (2022), Finbox (2022)

Para tener en cuenta la correlación entre los precios de los minerales y los beneficios de las empresas mineras, aumentamos (disminuimos) la hipótesis de rentabilidad cuando utilizamos la hipótesis de precios altos (bajos). En los últimos diez años, los beneficios de las empresas mineras han sido más volátiles en términos porcentuales que los precios de los minerales (véase el *Esquema B.11*), con una variación de 1 ppt en los precios de los minerales correspondiente a una variación de 3,3ppt en los beneficios de explotación. Por lo tanto, aplicamos un factor de 3,3 al diferencial de precios subyacente en los escenarios de precios bajos y altos para llegar a las hipótesis de rentabilidad correspondientes. Por ejemplo, si la hipótesis de precios altos es un 10% superior a la hipótesis de precios centrales, suponemos que los beneficios son un 33,3% superiores a la hipótesis central.

B.4. Supuestos de la recaudación fiscal

A nivel mundial, la mayor parte de los ingresos fiscales del sector minero se recaudan a través de regalías, impuesto sobre sociedades y participación estatal (Albertin et al., 2021). Por lo tanto, para las proyecciones de ingresos fiscales, estimamos los ingresos procedentes principalmente de estos tres instrumentos fiscales.

Hay 52 países que actualmente producen o tienen reservas significativas de minerales de la transición energética. De estos 52, 28 son “productores prioritarios”, ya que se prevé que tengan más de 1 000 millones de dólares de ingresos brutos según STEPS o son países objeto de estudio. En el caso de estos productores, hemos realizado un estudio detallado del régimen fiscal de cada país. Para los 24 países restantes, asumimos un régimen fiscal simplificado que representa la tasa media de regalías e impuesto sobre sociedades de los 28 productores objetivo.

En cuanto a las regalías, distinguimos entre regalías *ad valorem* con una tasa fija o variable y regalías que se cobran sobre los beneficios de explotación. De los 28 productores identificamos:

- 20 países que tienen regalías *ad valorem* con una tasa fija (véase la *Tabla B.2*),
- 1 país (Zambia) que tiene una regalía *ad valorem* con una tasa que varía en función del precio de un mineral crítico producido (en este caso, el cobre) (véase el *Esquema B.12*),
- 1 país que tiene regalías *ad valorem* con una tasa que varía en función del margen de explotación (véase el *Esquema B.13*),
- 1 país (México) que cobra una regalía a tasa fija del 7,5% sobre los beneficios antes de intereses e impuestos,
- 3 países que cobran una regalía sobre los beneficios de explotación cuya tasa varía en función del margen de explotación (véanse la *Tabla B.3* y el *Esquema B.14*), y
- 1 país (Jamaica) que cobra una regalía unitaria de 0,5 dólares por tonelada de bauxita extraída (Crawford et al., 2020).

En el caso de seis productores principales, tuvimos que hacer suposiciones simplificadoras debido a la falta de datos (China, Cuba, Nueva Caledonia, Indonesia) o a la complejidad del régimen de regalías (Polonia, Canadá). En el caso de China, asumimos una tasa media de regalía *ad valorem* fija del 2,25%, aunque según una publicación de PWC la tasa debería variar entre el 0,5% y el 4% en función de los “ingresos por ventas de la relación explotación-reciclaje de minerales” (PWC, 2012). En el caso de Cuba y Nueva Caledonia, no pudimos acceder a información sobre el régimen actual de regalías mineras, por lo que también asumimos una regalía *ad valorem* fija simplificada basada en los países para los que pudimos acceder a datos. En el caso de Polonia, “la complejidad del sistema es tal que resulta difícil traducirlo a un simple porcentaje, y el país utiliza una combinación de sistemas de regalías basados en el volumen, el valor y la rentabilidad” (Ericsson et al., 2020). Por este motivo, también aplicamos un régimen simplificado en el caso de Polonia. Canadá aplica una regalía sobre los beneficios de explotación cuya tasa varía entre el 5% y el 16% en función del margen de beneficios de explotación y de la provincia (PWC, 2012). Debido a esta complejidad, suponemos que se aplica una tasa media del 10% sobre los beneficios de explotación de los minerales de la transición energética extraídos en Canadá. Por último, EE. UU. es uno de los únicos países del mundo en los que la riqueza mineral del subsuelo no es propiedad del Estado y, por tanto, no se cobran regalías.

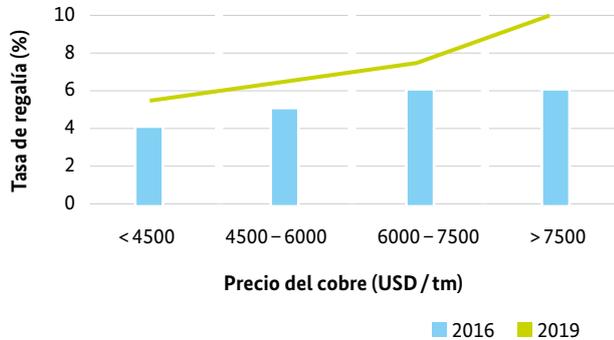
Tabla B.2: Regalías *ad valorem* con tasas fijas para países determinados con reservas confirmadas de minerales de la transición energética

Tasa	Bauxita	Cobalto	Cobre	Grafito	Litio	Níquel	OTRs
< 1,0 %	Guinea						
1,00 %							
2,00 %	Indonesia (alúmina)	Indonesia, Madagascar, Filipinas	Brasil	Madagascar		Indonesia (níquel para baterías), Filipinas	Burundi, Madagascar, Myanmar
3,00 %	Australia, India	Australia, India	Australia, India	India, Mozambique	Australia, Bolivia, India	Australia, India	Australia, India
3,50 %	Turquía		RDC	Turquía			
4,00 %	Rusia (tasa media supuesta)	Rusia (tasa media supuesta)	Indonesia (concentrado de cobre), India, Rusia (tasa media supuesta)			Rusia (tasa media supuesta)	Rusia (tasa media supuesta)
5,00 %						Indonesia (arrabio)	
5,70 %	Kazajstán (se supone la misma tasa que para el cobre)		Kazajstán				
6,00 %				Tanzania			Tanzania
7,00 %	Indonesia (bauxita)						
7,50 %					Argentina (tasa combinada a nivel federal y regional)		
8,00 %		Zambia					
9,00 %							
10,00 %	Vietnam	RDC		Vietnam	RDC, Alemania		Vietnam

Nota: Esta tabla incluye todos los países que, según las proyecciones, tendrán más de 1 000 millones de dólares de ingresos brutos según STEPS, así como los países objeto de estudio.

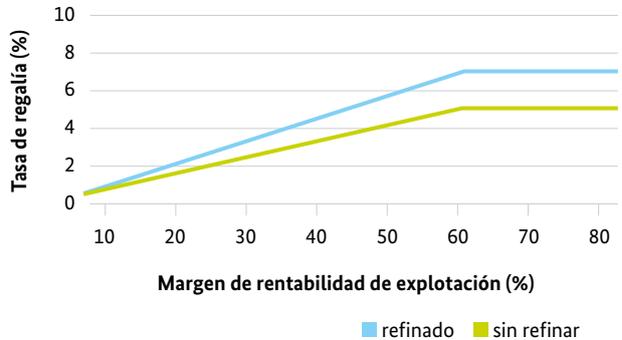
Fuentes: PWC (2012 y 2022a), NRG (2022), FERDI (2020), FERDI (2020), Shamsiev (2022), Massmann (2015); Fleming y Manley (2022), Bnamericas (2021), Somay (2021).

Esquema B.12: Ad valorem con impuesto variable según el precio – el caso de la regalía del cobre en Zambia



Fuente: Mkokweza (2019).

Esquema B.13: Regalía ad valorem con tasa impositiva que varía en función de los beneficios de explotación – el caso de Sudáfrica



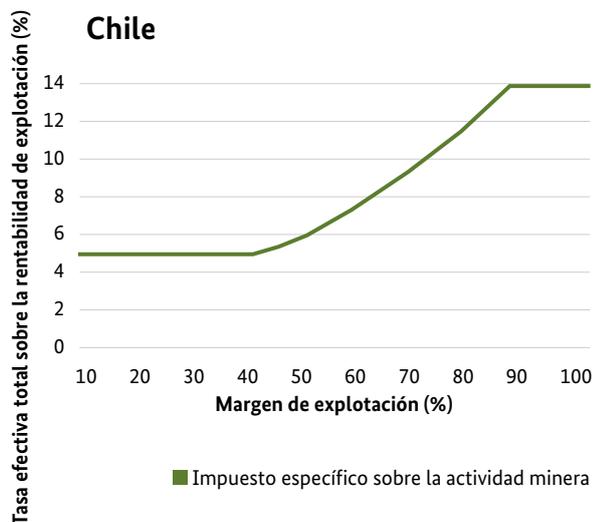
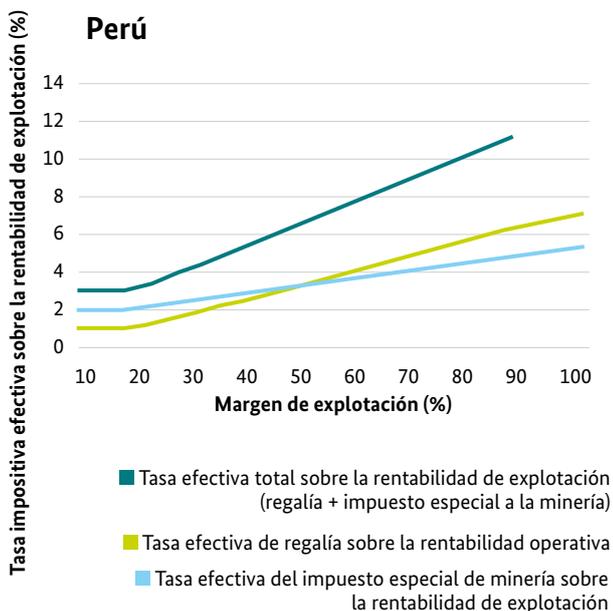
Fuente: Fleming and Manley (2022).

Tabla B.3: Regalías basadas en los beneficios de explotación

Rango de tasas	País
5% – 16%	Canadá
5% – 14%	Chile
1% – 13,12%	Perú

Nota: Canadá, Chile y Perú son los tres principales productores que tienen una escala móvil de regalías basada en los beneficios de explotación. Fuente: Fleming y Manley (2022), PWC (2012)

Esquema B.14: Tasas efectivas de regalías en Perú y Chile



Fuente: Fleming y Manley (2022).

En cuanto a la proyección del tipo del impuesto sobre sociedades, aplicamos las tasas generales individuales del impuesto sobre sociedades a los beneficios estimados previos a impuestos. En cuanto al régimen de regalías, aplicamos las tasas del impuesto sobre sociedades específicas de cada país para los 28 principales productores y países objeto de estudio. Para los 24 países restantes, asumimos que la tasa del impuesto sobre sociedades sería del 28 %, basándonos en la media de los 28 países. (Debido a la falta de datos, también asumimos las tasas medias del impuesto sobre sociedades para Nueva Caledonia y Cuba.

Tabla B.4: Tasas del impuesto sobre sociedades para los productores determinados y los países objeto de estudio

Tasa reglamentaria	Países
13,00 %	Canadá
19,00 %	Polonia
20,00 %	Kazajstán, Rusia, Turquía
20,50 %	Alemania, Madagascar
23,50 %	Indonesia
25,00 %	Bolivia, Chile, China, Jamaica
28,00 %	Australia
29,50 %	Perú (sin acuerdo de estabilización)
30,00 %	Argentina, Australia, Burundi, Guinea, México, Myanmar, Filipinas, RDC, Tanzania, Zambia
31,50 %	Perú (con acuerdo de estabilización)
32,00 %	Mozambique
34,40 %	Brasil
35,00 %	EE. UU.
40,00 %	India (tasa CIT para empresas extranjeras con ingresos superiores a 1,2 millones de dólares)
50,00 %	Vietnam

Fuente: PWC (2012 y 2022b).

Por último, estimamos los ingresos procedentes de una participación estatal en forma de participación en el capital o de una empresa minera estatal que explota una mina o entra en un consorcio con un operador privado. Calculamos los beneficios después de impuestos deduciendo el impuesto sobre sociedades estimado de los beneficios previos a impuestos. En los países con participación del Estado en el capital o con una empresa minera estatal, la parte correspondiente de los ingresos después de impuestos se sumó a los ingresos públicos procedentes de las regalías y del impuesto sobre sociedades. De los 28 países, 3 tenían una participación del Estado en el capital, de los cuales 2 tenían una participación gratuita y el tercero una participación negociable. Además, identificamos dos países con empresas mineras de propiedad estatal dedicadas a la producción de minerales de la transición energética. Codelco produce actualmente el 31,30 %

del cobre en Chile y está acelerando su entrada en el sector del litio (Odendaal y Dolo, 2020; Miranda, 2022). Por este motivo, suponemos que el 31,30 % de los ingresos después de impuestos de todos los minerales de la transición energética producidos en Chile se recaudarán a través de la empresa propiedad del Estado. En China, se supone que la producción de minerales críticos se gestiona en su totalidad a través de empresas mineras de propiedad estatal.

Tabla B.5: Participación estatal en la producción de minerales de la transición energética

Supuesto de participación estatal	País
31,3 % del cobre producido actualmente por la empresa estatal Codelco. Debido a los informes de que Codelco entrará en el mercado del litio, suponemos que el mismo 31,3 % será producido por el Estado para todos los minerales de la transición energética en Chile.	Chile
100 % de producción minera de empresas estatales	China
10 % de participación gratuita	DRC
15 % de participación gratuita	Guinea
Participación gratuita o negociable. Suponemos una participación gratuita media del 10 %.	Tanzania

Fuente: FERDI (2020), Odendaal y Dolo (2020).

B.5. Limitaciones metodológicas

El futuro es incierto y con él todas las proyecciones de las variables que entran en la estimación del potencial de ingresos de los minerales de la transición energética. Para cada una de las variables hemos tenido que hacer suposiciones simplificadoras, tanto por la incertidumbre de la evolución futura como por la falta de datos.

1. Incertidumbre en torno a las proyecciones de demanda y oferta secundaria

Para estimar la producción primaria de cada mineral en cada país hemos tenido que hacer suposiciones simplificadoras. Nuestra metodología estima la producción primaria basándose en la demanda neta (demanda de minerales de la transición energética menos la oferta secundaria), y en la producción actual y la cuota de reservas de cada mineral por país. Nos basamos en las estimaciones de demanda de la AIE (2021) y Gregoir y van Acker (2022). Aunque ambos estudios gozan de reconocimiento internacional, es comprensible que las estimaciones estén sujetas a un alto nivel de incertidumbre. No tenemos acceso a los datos de base y, por tanto, no podemos garantizar la calidad de estas estimaciones.

2. Dificultad para tener en cuenta las limitaciones de la oferta

Partimos de la hipótesis generalizada de que la demanda neta puede satisfacerse con la minería, sin tener en cuenta el tiempo necesario para la puesta en marcha de nuevos proyectos. Suponemos que las reservas se ponen en marcha gradualmente y que la producción actual se reduce progresivamente. En realidad, las reservas conocidas y los proyectos mineros potenciales se encuentran en distintas fases de desarrollo en cada país. Los niveles de producción actuales disminuirán de forma diferente a lo largo del tiempo en función de la antigüedad de los distintos proyectos y de las reservas restantes. Lo ideal sería tener en cuenta estas limitaciones de la oferta con más detalle, por ejemplo, utilizando datos granulares sobre el potencial de producción primaria de cada país. De hecho, el estudio de Gregoir y van Acker (2022) utilizó este tipo

de datos granulares del servicio McKinsey MineSights, un servicio de suscripción al que los autores de este documento no tuvieron acceso. Incluso con nuestro enfoque simplificado, obtenemos información valiosa: por ejemplo, que el potencial de ingresos del África subsahariana se ve limitado por la falta de nuevas reservas conocidas que puedan sustituir al agotamiento de las existentes.

3. Incertidumbre en torno a las proyecciones de precios y costes

Salvo en el caso de los OTR, solo disponemos de proyecciones de precios centrales hasta 2027. Más allá de esa fecha, suponemos que los precios a largo plazo son estáticos. Aunque es difícil proyectar los precios de los minerales en el futuro, es de esperar que se produzca una volatilidad significativa en los precios, en consonancia con experiencias pasadas. También esperamos que los precios de los minerales respondan a las limitaciones de la oferta, subiendo en determinados momentos en los que la demanda mundial no puede satisfacerse y bajando en los años en los que hay un exceso de oferta. En cuanto a los costes de explotación de la minería, cabe esperar que guarden cierta correlación con los precios y que repercutan en los márgenes de beneficios estimados previos a impuestos. Tenemos en cuenta la incertidumbre de los precios futuros considerando diferentes escenarios de precios para cada escenario de producción. Sin embargo, la rentabilidad real de un proyecto minero depende de los costes de producción y extracción del mineral. Para tenerlo en cuenta, utilizamos datos históricos sobre los márgenes de rentabilidad del sector minero y creamos diferentes escenarios de márgenes de rentabilidad basados en las variaciones históricas. En realidad, los márgenes de rentabilidad varían según el proyecto, el mineral y el país. No obstante, no existe ninguna base de datos pública con tal nivel de detalle, por lo que hemos tenido que simplificar esta medida.

4. Dificultad para modelizar todos los posibles flujos de ingresos públicos

Tuvimos que simplificar la estimación del potencial de ingresos de cada país centrándonos únicamente en las regalías, los impuestos sobre sociedades y la participación estatal. Como se ha señalado en la sección sobre regímenes fiscales, existen otros instrumentos fiscales a disposición de los gobiernos, como las retenciones fiscales sobre intereses y servicios, y los impuestos sobre la renta de los recursos. El cálculo de estos impuestos depende de los esquemas de costes específicos de cada mina, a los que no hemos tenido acceso.

5. Dificultad para contabilizar las diferencias en las bases imponibles

La base detallada de regalías e impuestos para cada uno de los instrumentos fiscales que consideramos varía de un país a otro. Por ejemplo, las regalías *ad valorem* se cobran sobre el valor de venta del mineral, que suponemos igual al valor bruto de los minerales exportados (proyección de la producción multiplicada por la proyección del precio). Sin embargo, tuvimos que prescindir de las deducciones por transporte, tratamiento, refinado y calidad del producto exportado que permiten algunos regímenes fiscales. Para estimar la base del impuesto sobre sociedades en cada país, obtuvimos los beneficios estimados previos a impuestos utilizando los márgenes de beneficios de la industria. No pudimos tener en cuenta las diferencias en las deducciones permitidas según los regímenes fiscales de cada país. En su lugar, hicimos la suposición simplificada de que las diferencias en las deducciones permitidas se tienen ampliamente en cuenta en los márgenes antes de impuestos definidos derivados de los datos de empresas de distintas jurisdicciones en diversas fases de producción y desarrollo. Por último, en lo que respecta a la participación estatal, no pudimos contabilizar las contribuciones a los costes de los países que reciben dinero de la extracción de minerales de la transición energética, ya sea a través de una empresa minera estatal o de una participación plena en el capital.

6. Dificultad para tener en cuenta la capacidad de los países para administrar regímenes fiscales

El potencial de ingresos de cada país depende en gran medida de su capacidad para aplicar el régimen fiscal elegido para recaudar los impuestos prescritos y minimizar los riesgos de BEPS. Debido a la falta de capacidad en muchos países de renta baja, los gobiernos suelen ser incapaces de recaudar impuestos más complejos basados en la rentabilidad, como el impuesto sobre sociedades (Readhead, 2017). Debido a la falta de datos en este ámbito, no hemos podido tener en cuenta este hecho y nuestras estimaciones no tienen en cuenta las diferencias en la capacidad de recaudación de ingresos entre los distintos países y regiones. Por lo tanto, suponemos que cada régimen fiscal prescrito se aplica conforme a la ley.

PUBLICADO POR

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas registradas:
Bonn y Eschborn, Alemania

PROYECTO

Sector Programme Extractives and Development
Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36
53113 Bonn, Alemania

T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66
E rohstoffe@giz.de
I www.rue.bmz.de

AUTOR

Este informe ha sido redactado por Konstantin Born, Stefanie Heerwig e Iain Steel (Econías).

El equipo del estudio agradece a Tae-Yoon Kim, Analista de Energía de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), por reunirse con el equipo para discutir el trabajo de la AIE sobre minerales críticos y por compartir proyecciones actualizadas de la demanda de minerales críticos.

El informe es producto de sus autores. Ellos son los únicos responsables de cualquier error u omisión, así como de las conclusiones y recomendaciones del informe.

En nombre de
Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)

DISEÑO / FORMATO

Atelier Löwentor, Darmstadt, Alemania

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

© GIZ / Cobalto for Development (p. 12 – 13, 80 – 81)
© GIZ / Michael Duff (p. 50 – 51)
© GIZ / Rolando Suaña (p. 1, 6 – 7, 20, 24 – 25, 30 – 31, 38, 61, 62 – 63, 79, 92 – 93, 107)
© GIZ / Víctor Andres Garzon (p. 46 – 47)

VERSIÓN

Abril 2023

Umschlag mit Buchrücken 11 mm

...

EXTRA DATEI
als Druckbogen exportieren

(bisher jedoch keine Druck-
version angedacht)

PUBLICADO POR

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas registradas:
Bonn y Eschborn, Alemania

PROYECTO

Sector Programme Extractives and Development
Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36
53113 Bonn, Alemania

T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66
E rohstoffe@giz.de
I www.rue.bmz.de

AUTOR

Este informe ha sido redactado por Konstantin Born, Stefanie Heerwig e Iain Steel (Econias).

El equipo del estudio agradece a Tae-Yoon Kim, Analista de Energía de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), por reunirse con el equipo para discutir el trabajo de la AIE sobre minerales críticos y por compartir proyecciones actualizadas de la demanda de minerales críticos.

El informe es producto de sus autores. Ellos son los únicos responsables de cualquier error u omisión, así como de las conclusiones y recomendaciones del informe.

En nombre de
Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)

DISEÑO / FORMATO

Atelier Löwentor, Darmstadt, Alemania

IMPRESIÓN

Kern GmbH, Bexbach, Alemania
Impreso en papel 100% reciclado, certificado según las normas FSC.

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

© GIZ / Cobalto for Development (p. 12 – 13, 80 – 81)
© GIZ / Michael Duff (p. 50 – 51)
© GIZ / Rolando Suaña (p. 1, 6 – 7, 20, 24 – 25, 30 – 31, 38, 61, 62 – 63, 79, 92 – 93, 107)
© GIZ / Victor Andres Garzon (p. 46 – 47)

VERSIÓN

Abril 2023



Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo



Implicaciones económicas de la transición energética en los ingresos públicos en países ricos en recursos

Published by

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

En cooperación con

ecónias

de datos granulares del servicio McKinsey MineSights, un servicio de suscripción al que los autores de este documento no tuvieron acceso. Incluso con nuestro enfoque simplificado, obtenemos información valiosa: por ejemplo, que el potencial de ingresos del África subsahariana se ve limitado por la falta de nuevas reservas conocidas que puedan sustituir al agotamiento de las existentes.

3. Incertidumbre en torno a las proyecciones de precios y costes

Salvo en el caso de los OTR, solo disponemos de proyecciones de precios centrales hasta 2027. Más allá de esa fecha, suponemos que los precios a largo plazo son estáticos. Aunque es difícil proyectar los precios de los minerales en el futuro, es de esperar que se produzca una volatilidad significativa en los precios, en consonancia con experiencias pasadas. También esperamos que los precios de los minerales respondan a las limitaciones de la oferta, subiendo en determinados momentos en los que la demanda mundial no puede satisfacerse y bajando en los años en los que hay un exceso de oferta. En cuanto a los costes de explotación de la minería, cabe esperar que guarden cierta correlación con los precios y que repercutan en los márgenes de beneficios estimados previos a impuestos. Tenemos en cuenta la incertidumbre de los precios futuros considerando diferentes escenarios de precios para cada escenario de producción. Sin embargo, la rentabilidad real de un proyecto minero depende de los costes de producción y extracción del mineral. Para tenerlo en cuenta, utilizamos datos históricos sobre los márgenes de rentabilidad del sector minero y creamos diferentes escenarios de márgenes de rentabilidad basados en las variaciones históricas. En realidad, los márgenes de rentabilidad varían según el proyecto, el mineral y el país. No obstante, no existe ninguna base de datos pública con tal nivel de detalle, por lo que hemos tenido que simplificar esta medida.

4. Dificultad para modelizar todos los posibles flujos de ingresos públicos

Tuvimos que simplificar la estimación del potencial de ingresos de cada país centrándonos únicamente en las regalías, los impuestos sobre sociedades y la participación estatal. Como se ha señalado en la sección sobre regímenes fiscales, existen otros instrumentos fiscales a disposición de los gobiernos, como las retenciones fiscales sobre intereses y servicios, y los impuestos sobre la renta de los recursos. El cálculo de estos impuestos depende de los esquemas de costes específicos de cada mina, a los que no hemos tenido acceso.

5. Dificultad para contabilizar las diferencias en las bases imponibles

La base detallada de regalías e impuestos para cada uno de los instrumentos fiscales que consideramos varía de un país a otro. Por ejemplo, las regalías *ad valorem* se cobran sobre el valor de venta del mineral, que suponemos igual al valor bruto de los minerales exportados (proyección de la producción multiplicada por la proyección del precio). Sin embargo, tuvimos que prescindir de las deducciones por transporte, tratamiento, refinado y calidad del producto exportado que permiten algunos regímenes fiscales. Para estimar la base del impuesto sobre sociedades en cada país, obtuvimos los beneficios estimados previos a impuestos utilizando los márgenes de beneficios de la industria. No pudimos tener en cuenta las diferencias en las deducciones permitidas según los regímenes fiscales de cada país. En su lugar, hicimos la suposición simplificada de que las diferencias en las deducciones permitidas se tienen ampliamente en cuenta en los márgenes antes de impuestos definidos derivados de los datos de empresas de distintas jurisdicciones en diversas fases de producción y desarrollo. Por último, en lo que respecta a la participación estatal, no pudimos contabilizar las contribuciones a los costes de los países que reciben dinero de la extracción de minerales de la transición energética, ya sea a través de una empresa minera estatal o de una participación plena en el capital.

6. Dificultad para tener en cuenta la capacidad de los países para administrar regímenes fiscales

El potencial de ingresos de cada país depende en gran medida de su capacidad para aplicar el régimen fiscal elegido para recaudar los impuestos prescritos y minimizar los riesgos de BEPS. Debido a la falta de capacidad en muchos países de renta baja, los gobiernos suelen ser incapaces de recaudar impuestos más complejos basados en la rentabilidad, como el impuesto sobre sociedades (Readhead, 2017). Debido a la falta de datos en este ámbito, no hemos podido tener en cuenta este hecho y nuestras estimaciones no tienen en cuenta las diferencias en la capacidad de recaudación de ingresos entre los distintos países y regiones. Por lo tanto, suponemos que cada régimen fiscal prescrito se aplica conforme a la ley.