



Institute for
Sustainable Futures

lsf.uts.edu.au

El abastecimiento responsable de minerales en la energía renovable

ELABORADO PARA:
Earthworks

Acerca de los autores

El Institute for Sustainable Futures (Instituto para Futuros Sustentables – ISF) es una organización interdisciplinaria de investigación y consultoría de la University of Technology Sydney. Desde 1997 ISF viene fijando puntos de referencia a escala mundial en el apoyo a gobiernos, organizaciones, empresas y comunidades para lograr cambios con miras a futuros sustentables.

Utilizamos una combinación única de aptitudes y perspectivas para brindar soluciones sustentables a largo plazo que protejan y mejoren el medio ambiente, el bienestar humano y la equidad social.

Para mayor información, visitar: www.isf.uts.edu.au

Equipo de investigación

Elsa Dominish, Sven Teske
y Nick Florin

Citación

Se ruega citar de la siguiente manera: Dominish, E., Florin, N. y Teske, S., 2019, *El abastecimiento responsable de minerales en la energía renovable*. Informe elaborado para Earthworks por el Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney.

Agradecimientos

Querríamos agradecer los valiosos conocimientos que contribuyeron a esta investigación representantes de la industria (incluyendo minería, energía renovable, almacenamiento en baterías y reciclaje), el mundo académico y organizaciones sin fines de lucro, y el asesoramiento de Takuma Watari de la Universidad de Kioto. Se agradecen las valiosas revisiones de Yi Ke y Benjamin McLellan. Este informe fue encargado y financiado por Earthworks.

Foto de portada: Mina de litio en el desierto de sal Salinas Grandes, provincia de Jujuy, Argentina.

Foto de resumen ejecutivo: Un excavador desciende a una mina de cobre y cobalto en Kawama, República Democrática del Congo (foto de Michael Robinson Chávez/The Washington Post via Getty Images)



Institute for Sustainable Futures
University of Technology Sydney
PO Box 123 Broadway, NSW, 2007
www.isf.edu.au

Aviso legal Los autores han utilizado la debida diligencia y competencia para garantizar la precisión del material a la fecha de este informe, sin embargo, UTS y los autores no aceptan ninguna responsabilidad por cualquier pérdida que pueda surgir al servirse del contenido. En particular, las tarifas y regímenes arancelarios pueden variar de forma significativa de los que se utilizan en este informe, y esto puede impactar notablemente los resultados.

Resumen ejecutivo

Introducción:

La transición a un sistema de energía 100 % renovable es un requisito urgente para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París sobre el Clima y para potenciar la posibilidad de mantener el aumento de la temperatura a escala mundial por debajo de 1.5 grados. Las tecnologías de energía renovable ofrecen, en la actualidad, los costos más competitivos en cuanto a instalaciones nuevas, y la inversión reciente en infraestructura nueva para energía renovable a escala mundial ha duplicado la inversión nueva en energía nuclear y proveniente de combustibles fósiles.

Las tecnologías de energía renovable, los vehículos eléctricos y el almacenamiento en baterías requieren grandes cantidades de materiales sensibles para el medio ambiente. Las cadenas de suministro de estos materiales y tecnologías deben gestionarse debidamente para evitar nuevos impactos nocivos sociales y ambientales en cualquier etapa de estas cadenas.

En este informe se presentan los resultados que arroja una evaluación de la demanda de minerales prevista para catorce metales que se utilizan en las tecnologías de energía renovable y de almacenamiento, la posibilidad de reducir la demanda mediante la eficiencia y el reciclaje, y los riesgos e impactos asociados en cuanto al suministro. La evaluación se enfoca en la energía solar fotovoltaica (FV) y eólica debido a que estas dos tecnologías conforman la mayor parte de las instalaciones nuevas de electricidad renovable a escala mundial. La evaluación de baterías se debe a su importancia para el uso de vehículos eléctricos (VE) y sistemas de almacenamiento de energía.

El propósito de esta investigación es identificar los principales “focos de atención” o áreas preocupantes en la cadena de suministro, incluyendo tecnologías, metales y ubicaciones, donde las oportunidades para reducir la demanda e influir a favor de iniciativas de abastecimiento responsable serán más necesarias.

Metales clave para las tecnologías de energía renovable y almacenamiento

Baterías de ion-litio: cobalto, litio, níquel, manganeso

VE: tierras raras (neodimio y disprosio)

Solar FV: cadmio, indio, galio, selenio, plata, telurio

Energía eólica: tierras raras (neodimio y disprosio)

Aluminio y cobre utilizados en todas las tecnologías



Resumen de la investigación:

Los resultados clave que se presentan en este informe surgen de una evaluación de cinco factores importantes:

- Las dificultades que presentan la sustitución, la eficiencia y el reciclaje para contrarrestar la demanda
- La demanda de metales prevista en un escenario de energía renovable al 100 %
- Los riesgos en cuanto al suministro, teniendo en cuenta la concentración de productores y reservas, y la proporción del uso final que representa la energía renovable
- Los impactos sociales y ambientales del suministro
- Los niveles actuales de sensibilización y respuestas de la industria

A continuación, se encuentran las principales conclusiones, y luego las conclusiones detalladas para cada uno de estos factores.

Conclusiones principales:

Promover el reciclaje y abastecimiento responsable son las estrategias clave para fomentar la protección del medio ambiente y el respeto a los derechos humanos en la cadena de suministro.

La transición hacia un sistema de energía renovable requiere una compleja mezcla de metales, tales como cobre, cobalto, níquel, tierras raras, litio y plata, muchos de los cuales solo se han explotado previamente en pequeñas cantidades. En un escenario de energía renovable al 100 %, la demanda de estos metales podría aumentar de manera significativa, y requerir nuevas fuentes de metales primarios y reciclados. El reciclaje y el abastecimiento responsable son primordiales para aumentar la sostenibilidad de la transición a la energía renovable.

El reciclaje es la estrategia más importante para reducir la demanda primaria.

El reciclaje de metales de baterías al fin de su vida útil presentó la mayor oportunidad para reducir la demanda primaria de metales para baterías, incluyendo el cobalto, litio, níquel y manganeso. El aumento de la eficiencia o el abandono parcial del cobalto también demostró tener un impacto significativo (si bien esto puede aumentar la demanda de otros metales tales como el níquel y el litio). Muchos fabricantes de vehículos eléctricos (VE) y baterías han tomado la iniciativa de crear programas de reciclaje y mejorar la eficiencia de las tecnologías de baterías. Sin embargo, se pueden potenciar las tasas de reciclaje ya que en la actualidad no todos los tipos de metales se pueden recuperar (p. ej. litio y manganeso), o solo se recuperan limitadamente.

En cuanto a la energía solar FV, la posibilidad más importante para reducir la demanda primaria de metales resultó ser el aumento en la eficiencia del uso del material, debido a la larga vida de estos productos. La industria ya ha dado pasos importantes para minimizar la demanda de materiales, mejorar su rendimiento y reducir costos. Sin embargo, la industria FV también debe comprometerse aún más en el reciclaje para evitar flujos de residuos futuros y recuperar más metales en el proceso. El reciclaje continúa siendo un desafío particular para la industria solar FV ya que no siempre se cuenta con un sólido modelo empresarial.

De cara al futuro, el reciclaje en general es la estrategia más importante para las industrias de la energía renovable y de baterías, debido a que la industria ya está muy enfocada en mejorar la eficiencia del uso del material, y se espera que continúe mejorando.

En los casos en que las fuentes de reciclaje no pueden satisfacer el suministro, se requiere abastecimiento responsable.

El reciclaje puede reducir significativamente la demanda primaria, sobre todo en el caso de las baterías, pero no puede satisfacer la totalidad de la demanda y existe una demora hasta que los metales reciclados vuelven a estar disponibles. Es probable que surjan nuevos proyectos de explotación minera para satisfacer la demanda a corto plazo, y ya existen proyectos mineros en desarrollo vinculados a la energía renovable (p.ej. de cobalto, cobre, litio, tierras raras, níquel). De no gestionarse de forma responsable, pueden generarse impactos adversos ambientales y sociales.

Los impactos asociados a la minería de metales clave para la energía renovable y su almacenamiento incluyen la polución y contaminación con metales pesados del agua y tierras de cultivo, e impactos en la salud de trabajadores y comunidades cercanas. En los casos que no es posible satisfacer el suministro mediante fuentes recicladas, se requiere un abastecimiento responsable mediante programas verificados de certificación y la diligencia debida en las cadenas de suministro para reducir los posibles impactos negativos en lo social y ambiental.

Las industrias de VE y de baterías son las que más urgentemente deben evitar impactos negativos en sus cadenas de suministro.

El cobalto, el litio y las tierras raras son los metales más preocupantes, debido a los riesgos previstos en cuanto a demanda y suministro. El principal impulsor de la demanda de estos metales son las baterías para VE, y no el almacenamiento estacionario o la energía eólica. La industria, en todos sus aspectos, puede demostrar un mayor compromiso con el abastecimiento responsable y, al hacerlo, motivará a más minas a aumentar su compromiso con prácticas responsables y programas de certificación. Los fabricantes de VE son marcas importantes de cara al consumidor y, por eso, pueden promover cambios a lo largo de la cadena de suministro e influir a los proveedores.

Se prevé que, con la transición a la energía renovable, este tipo de tecnologías consumirá una proporción cada vez más importante de estos metales y en muchos casos podría ser el principal impulsor de la demanda. La transición a la energía renovable se presenta como una oportunidad para promover la responsabilidad en cuanto a las fuentes primarias al igual que las tecnologías al fin de la vida útil. Surge así la posibilidad de potenciar la sostenibilidad de la cadena de suministro de estos metales en términos más generales.

Dificultades en cuanto a la sustitución, eficiencia y reciclaje:

El cobre, el litio, la plata y las tierras raras son los metales que más dificultades presentan para reducir la demanda total mediante sustitución y eficiencia, y para contrarrestar la demanda primaria mediante el reciclaje.

El cobre se utiliza en todas las tecnologías y es difícil de sustituir debido a su alta conductividad eléctrica. Por su parte, el litio presenta complejidades para su sustitución ya que se usa en las tecnologías de baterías dominantes, al igual que en tecnologías que se prevé serán importantes en el futuro, y en la actualidad solo se puede reciclar de forma limitada de las baterías. La plata se utiliza en el 95 % de los paneles FV, y si bien la industria viene potenciando continuamente la eficiencia en cuanto al uso del material, en la actualidad no se recicla y, desde un punto de vista tecnológico, es difícil hacerlo. Del mismo modo, las tierras raras neodimio y disprosio no se reciclan en la actualidad, y si bien es posible sustituirlas, actualmente casi todos los VE utilizan esta tecnología.

Las dificultades para reducir la demanda de los demás metales no son tan complejas ya que sus tasas de reciclaje son más elevadas (como es el caso, p. ej., del aluminio, cobalto y níquel) o se pueden sustituir más fácilmente por otros metales u otros tipos de tecnología (p. ej. el cadmio, telurio, galio, indio y selenio solo se utilizan en tecnologías FV especializadas). Estas dificultades afectan la demanda de metales prevista en el futuro.

La demanda de metales prevista en un escenario de energía renovable al 100 %:

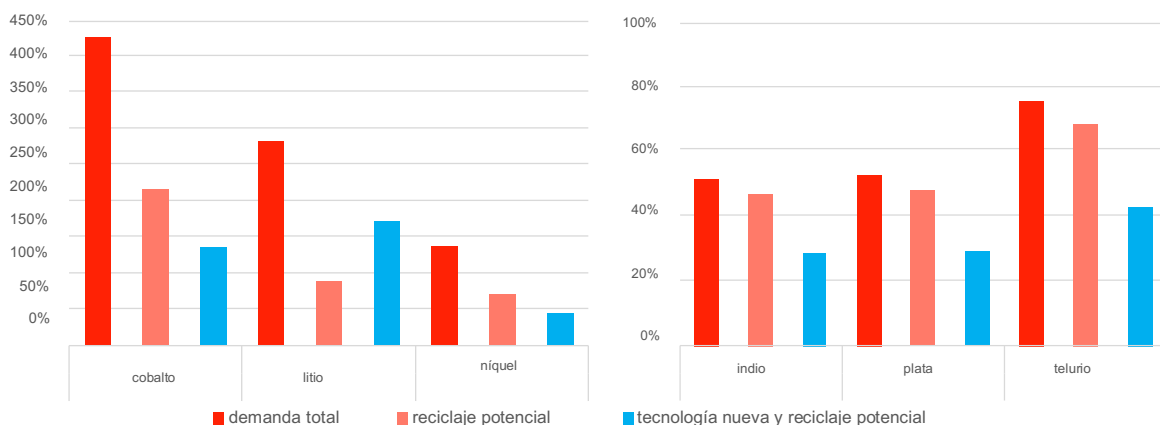
La demanda potencial de metales para la energía limpia se ha calculado en base a un ambicioso escenario de 100 % energía renovable para la electricidad y el sistema de transporte que limite el cambio climático a 1.5 grados. En este escenario se estima una demanda material para la producción de altos niveles de energía solar FV y eólica, la cual proporcionaría dos tercios de la electricidad para el 2050, al igual que almacenamiento estacionario y baterías para automóviles, vehículos comerciales y autobuses eléctricos.

En este estudio, se examina únicamente la demanda de metales para tecnologías de energía renovable y de almacenamiento, y no se consideran otras demandas de estos metales, que podrían aumentar o disminuir con el paso del tiempo. También es importante recalcar que éste es un ambicioso escenario en cuanto a la energía renovable que se basa en las tecnologías actuales, y se debería pensar que los resultados provienen de un escenario de alta demanda, ya que con el tiempo podrán volverse más eficientes las tecnologías actuales, o podrán surgir otras. La posibilidad de reducir la demanda primaria se basa en el reciclaje al fin de la vida útil de las tres tecnologías que considera el estudio, y el uso de metales reciclados de otras fuentes podría reducir aún más la demanda primaria.

• La demanda comparada con las reservas:

La demanda de las tecnologías de energía renovable y de almacenamiento podría sobrepasar las reservas de cobalto, litio, níquel, y llegar al 50 % de las reservas de indio, plata, telurio¹. La demanda primaria puede reducirse de manera significativa, y la mayor posibilidad de reducir la demanda de metales para baterías yace en las tasas elevadas de reciclaje, y para los metales de la energía FV mediante la eficiencia en el uso de los materiales.

Figura A: Demanda acumulada de la energía renovable y el almacenamiento para el 2050 relativo a las reservas en tres escenarios para metales específicos de baterías (izquierda) y metales para la energía solar FV (derecha)



¹ Las reservas son las cantidades estimadas de minerales cuya explotación es económica en las condiciones actuales. Las reservas son un subgrupo de los recursos, los cuales representan la cantidad total conocida de un mineral cuya extracción pueda ser posible.

- **Aumentos en la producción:**

El incremento acelerado en la demanda de cobalto, litio y tierras raras es la fuente de mayor preocupación. La demanda de litio y tierras raras para las baterías de ion-litio de los VE y para el almacenamiento sobrepasará los niveles de producción actual para el 2022 (para todos los usos). Lo mismo ocurrirá con relación al cobalto y el níquel hacia el 2030.

El notable aumento en la demanda de estos metales se debe a la rápida electrificación prevista del sistema de transporte y a la expansión del almacenamiento en baterías que solo comenzó a acelerar en los últimos años, comparado con las tecnologías ya asentadas de energía solar FV y eólica.

Riesgos de suministro:

Con objeto de evaluar los riesgos de seguridad que afronta el suministro de metales en las cadenas de suministro, se analizaron la distribución geográfica de productores y reservas, y la proporción del uso final que representa la energía renovable. El cobalto es el metal más preocupante en cuanto a los riesgos de suministro ya que su producción y reservas están altamente concentradas, y se prevé que las baterías para vehículos eléctricos representen el uso final más importante de este material en tan sólo unos años.

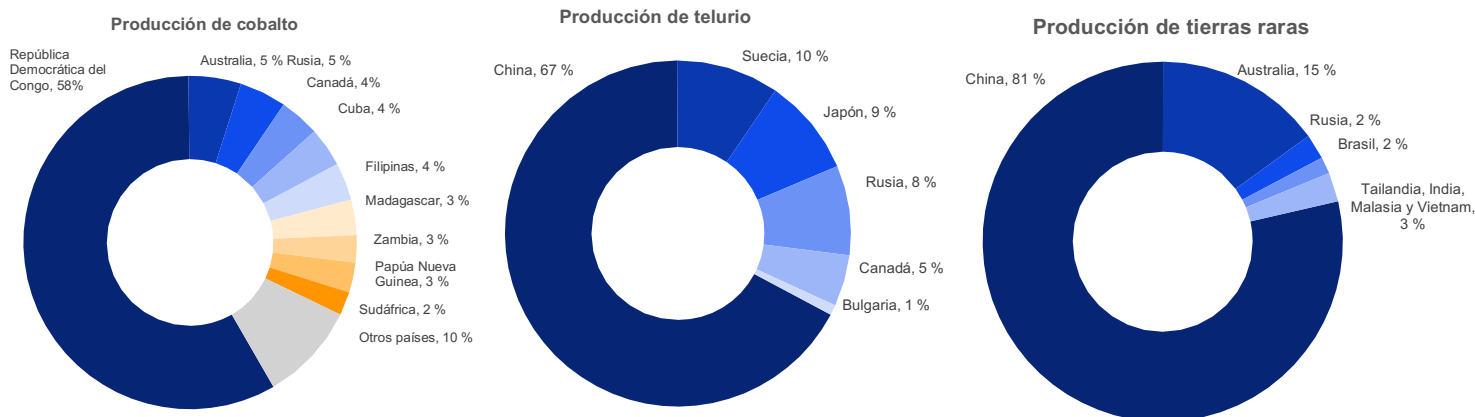
Las cadenas de suministro para las tecnologías de energía renovable son opacas e involucran una gran cantidad de países y empresas. Las empresas chinas ejercen un control significativo sobre ellas, incluyendo la minería, el procesamiento y la manufactura, y a su vez, China es el mayor mercado receptor final.

- **Concentración de producción y reservas:**

La concentración del suministro en tan solo uno o unos pocos países impone un riesgo para los fabricantes en cuanto a la posibilidad de lograr un suministro continuo, incrementando la vulnerabilidad del metal ante las fluctuaciones de precios. Los metales cuyo suministro se concentra en un solo país son el cobalto, las tierras raras y el telurio (Figura B). Una gran parte de la producción de metales para baterías de ion-litio se encuentra en Australia, Chile, la República Democrática del Congo y Sudáfrica mientras que Japón, Corea, Canadá y Rusia, además de China, producen elevados niveles de metales para la energía FV. Si bien la República Democrática del Congo es el productor más importante de cobalto y Australia el de litio, la mayor parte de estos metales se envía a China para su procesamiento. China domina la manufactura de baterías de ion-litio y solar FV, y es el mercado más importante para estas tecnologías.

El cobalto presenta la mayor concentración de suministro en potencia: casi 50 % de las reservas se ubican en la República Democrática del Congo. La mayor parte de los demás metales se encuentran en diferentes regiones del mundo, si bien Australia, Chile, Brasil y China cuentan con altas proporciones de muchos de ellos. Las tierras raras se encuentran en muchos países, pero su explotación no siempre es económicamente viable. A pesar de que la producción de tierras raras está altamente concentrada en China, otros países tales como Brasil, Vietnam, y Rusia, cuentan con una proporción significativa de las reservas mundiales, aunque en la actualidad su producción es muy limitada.

Figura B: Concentración de la producción



- **Proporción del uso final que representa la energía renovable:**

Los metales para los que la energía renovable representa una proporción significativa del uso final son el cobalto, el litio, las tierras raras y el telurio. Las baterías de ion-litio para VE y para almacenamiento en la actualidad representan entre 4 y 8 % de la demanda de cobalto y litio, y esto podría llegar a 43 % de la demanda en cuanto al cobalto para 2020. La demanda de litio podría ser incluso más elevada, ya que se espera que los VE y el almacenamiento consuman un 50 % del litio para 2020. Los imanes permanentes para turbinas eólicas y VE en la actualidad representan el mercado final de aproximadamente un 32 % del neodimio y disprosio. La energía solar FV ya conforma el mercado final para una importante proporción del telurio (40 %), galio (17 %), indio (8 %) y plata (9 %), y se espera que esto continúe.

Impactos del suministro:

De no gestionarse de forma responsable, los impactos vinculados a la explotación y procesamiento de metales en términos ambientales y sociales son importantes e incluyen:

- **Cobalto:** la contaminación con metales pesados del aire, el agua y la tierra ha resultado en impactos severos en la salud de mineros y comunidades circundantes en la República Democrática del Congo, y el área donde se explota el cobalto es uno de los diez lugares más contaminados del mundo. Cerca del 20 % del cobalto de la República Democrática del Congo proviene de la minería artesanal y a pequeña escala, donde se trabaja en minas excavadas a mano, en condiciones peligrosas y con un alto porcentaje de mano de obra infantil. Se han propuesto minas nuevas de cobalto en la República Democrática del Congo al igual que en Australia, Canadá, Indonesia, Estados Unidos, Panamá y Vietnam.
- **Cobre:** la minería de cobre puede resultar en contaminación con metales pesados, como se ha visto en Chile, China, India y Brasil, ha llevado a la contaminación ambiental debido a derrames importantes de diques de colas en Estados Unidos y ha impactado la salud de trabajadores en China y Zambia.
- **Litio:** la mayor preocupación en cuanto a la minería de litio es la contaminación y escasez de agua en el triángulo del litio que conforman Argentina, Bolivia y Chile, y la inadecuada indemnización de las comunidades locales afectadas.
- **Níquel:** se han observado daños en los ecosistemas de agua dulce y marinos en Canadá, Rusia, Australia, Filipinas, Indonesia y Nueva Caledonia.
- **Tierras raras:** el procesamiento de tierras raras requiere altos niveles de sustancias químicas nocivas y produce grandes volúmenes de residuos sólidos, gas y aguas residuales. Se han registrado impactos en China, Malasia e históricamente en Estados Unidos, y se han propuesto nuevas minas en Canadá, Groenlandia, Malawi, Sudáfrica y Uganda.
- **Plata:** Se ha registrado contaminación de metales pesados en la tierra y el agua tanto reciente como históricamente en minas en Estados Unidos, México, Perú y Bolivia, y conflictos sociales en Guatemala.

Si bien por lo general el reciclaje se prefiere por sobre la minería en lo que a efectos ambientales se refiere, debe realizarse de manera responsable. El reciclaje informal de desechos electrónicos en muchas partes del mundo se realiza en condiciones de trabajo peligrosas, logrando recuperar solo una fracción de lo que se podría en otras condiciones y con emisiones peligrosas de toxinas, metales pesados y vapores ácidos en el entorno cercano, lo que lleva a enfermedades graves.

La demanda en aumento de estos metales para la energía renovable exige operaciones responsables con objeto de evitar los impactos negativos para el ambiente y la salud de los trabajadores y las comunidades locales, y para garantizar el respeto a los derechos humanos y una distribución equitativa de los beneficios.

Sensibilización y respuestas de la industria:

Las industrias fabricantes de energía renovable, vehículos eléctricos y baterías están muy concientes de los riesgos de suministro de metales clave. La mayor preocupación de la industria es la capacidad de garantizar un suministro a largo plazo de metales clave a precios estables, sobre todo para el caso del cobalto y del litio.

Las industrias de energía renovable y baterías han mejorado notablemente la eficiencia de tecnologías para aumentar el rendimiento, minimizar la demanda de materiales y reducir los costos de producción. La infraestructura de reciclaje actual continúa en un estado de subdesarrollo y/o no óptimo para la recuperación de metales de alto valor, con la excepción del reciclaje de turbinas eólicas, que depende del reciclaje actual de materiales. El uso más expandido de baterías de ion-litio viene impulsando mejoras en el reciclaje y la industria está muy conciente de los volúmenes que se avecinan debido a los VE. En lo que a la energía FV se refiere, el reciclaje está demostrado, si bien no optimizado, para la recuperación de metales de alto valor. Si la industria no establece programas voluntarios, deberán imponerse políticas para garantizar el retorno y reciclaje al fin de la vida útil de baterías y paneles FV.

Las empresas de VE están comenzando a incursionar en el abastecimiento responsable y la certificación, pero indican inquietudes en cuanto a la capacidad de obtener volúmenes adecuados de metales provenientes de explotaciones que operan de forma responsable. Si la industria automotriz demuestra un compromiso público con el abastecimiento responsable, alentará a una mayor cantidad de proyectos mineros a participar en prácticas responsables y programas de certificación.

Existe una gran cantidad de iniciativas de abastecimiento responsable que promueven la responsabilidad ambiental y el respeto a los derechos humanos en la cadena de suministro, la mayoría de las cuales son voluntarias e impulsadas por la propia industria. La amplia armonización y adopción de estas iniciativas podría llevar a cadenas de suministro más responsables. Las iniciativas de abastecimiento responsable deben garantizar que se eviten involuntarias consecuencias negativas, tales como aumentar la pobreza, al evitar el suministro proveniente de países con gobernanza más débil.