



DOCUMENTO DE TRABAJO N° IDB-WP-01503

Políticas de comercio internacional relacionadas con el clima: Evaluación de los impactos en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú

Aaron Cosby
Adrien Vogt-Schilb

Banco Interamericano de Desarrollo
Sector de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible

Agosto 2023



Políticas de comercio internacional relacionadas con el clima: Evaluación de los impactos en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú

Aaron Cosbey
Adrien Vogt-Schilb

Banco Interamericano de Desarrollo
Sector de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible

Agosto 2023

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Cosbey, Aaron.

Políticas de comercio internacional relacionadas con el clima: Evaluación de los impactos en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú / Aaron Cosbey, Adrien Vogt-Schilb.

p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 1503)

Incluye referencias bibliográficas.

1. International trade-Environmental aspects-Andes Region. 2. International trade-Government policy-Andes Region. 3. Climatic changes-Government policy-Andes Region. 4. Agriculture-Environmental aspects-Andes Region. I. Vogt-Schilb, Adrien. II. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático. III. Título. IV. Serie.

IDB-WP-1503

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO

(<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Políticas de comercio internacional relacionadas con el clima: Evaluación de los impactos en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú

Aaron Cosbey¹ y Adrien Vogt-Schilb²

Resumen

Existe una creciente preocupación por el carbono incorporado en los bienes importados. Una manifestación de esa preocupación es la promulgación por parte de grandes economías como EE.UU. y la Unión Europea de medidas comerciales relacionadas con el clima, incluido el ajuste en frontera por carbono. Este documento examina más de diez medidas comerciales relacionadas con el clima que se están promulgando o debatiendo actualmente en todo el mundo y cinco iniciativas de grandes empresas para abastecerse de insumos con bajas emisiones de carbono. A continuación, evalúa la vulnerabilidad de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú a las restricciones comerciales, basándose en la intensidad estimada de gases de efecto invernadero de sus productos exportados (mediante un análisis de insumo-producto) en relación con otros productores mundiales, y en un análisis de exposición que evalúa la probabilidad de que los actuales importadores de estos productos apliquen medidas comerciales relacionadas con el clima. Por último, revisa los escenarios existentes de la demanda mundial de petróleo, gas natural y carbón, y se indaga sobre su impacto en las exportaciones de combustibles fósiles de estos países. Los productos agrícolas destacan por su vulnerabilidad, ya que son el principal motor de deforestación y las emisiones asociadas a ésta. La amenaza más grave está en el comercio de combustibles fósiles, principalmente petróleo crudo y gas, que dominan las exportaciones actuales de los cuatro países. El documento expone recomendaciones para diversificar la economía fuera de los combustibles fósiles, y preparar a los exportadores para cumplir con las restricciones comerciales emergentes relacionadas con el clima.

Palabras clave: Política comercial; Política climática; Análisis Input-Output

Códigos JEL: F18; Q56; Q54; O13

Resumen ejecutivo

Las exportaciones de mercancías son un motor de vital importancia para la economía. Como tal, la construcción y el mantenimiento de la competitividad global es un objetivo importante de la política gubernamental y de la ayuda bilateral y multilateral al desarrollo.

Este informe explora un elemento poco convencional del comercio internacional que cada vez adquiere mayor relevancia: la competitividad frente a las políticas climáticas relacionadas con el comercio, tanto por parte de los gobiernos como del sector privado. Se centra en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, a

¹ Small World Consulting. acosbey@gmail.com

² Banco Interamericano de Desarrollo. avogtschilb@iadb.org

Agradecemos a Marcelo Dolabella, Mauricio Mesquita Moreira y Jose-Antonio Monteiro por sus comentarios sobre una versión anterior de este documento. Estamos especialmente agradecidos a Kathia Michalczewsky y Sofía Sternberg por su apoyo con la traducción en español de este documento. Esta investigación fue financiada por el Programa de Desarrollo Estratégico de Países del Banco Interamericano de Desarrollo (RG-T4029).

petición de su financiador, el Departamento de Países del Grupo Andino del Banco Interamericano de Desarrollo.

Los vínculos entre el comercio y la competitividad se vuelven más significativos a medida que más y más países aumentan su ambición climática. Los compromisos a nivel nacional para alcanzar las emisiones netas cero han pasado de ser esencialmente cero en 2019 a abarcar países que representan más del 80% de las emisiones mundiales de GEI y más del 90% del PIB mundial. A medida que la crisis climática y sus impactos se agudicen, la acción gubernamental y del sector privado no harán sino fortalecerse.

Contenido de carbono en los bienes comercializados: Las medidas que vienen

Los países que exportan bienes intensivos en carbono se enfrentan a un enfoque cada vez mayor sobre el carbono incorporado en los bienes comercializados, es decir, la suma de las emisiones de carbono que han tenido lugar a lo largo de la cadena de valor de los bienes. Este enfoque se manifiesta en dos tipos de políticas que repercuten en la competitividad de los bienes comercializados:

- Las grandes economías, como la Unión Europea (UE) y los Estados Unidos de América (EE.UU.), estudian y aplican políticas para reducir el carbono incorporado en determinados productos importados.
- Algunos países importadores están considerando y aplicando políticas comerciales para reducir la "fuga de carbono", es decir, el desplazamiento de la producción y las emisiones de gases de efecto invernadero de jurisdicciones con políticas climáticas estrictas a jurisdicciones en las que esas políticas son menos costosas.

Un estudio de este tipo de políticas en vigor, o en consideración, por parte de los gobiernos muestra que las medidas comerciales relacionadas con el clima abarcan un conjunto pequeño pero significativo de sectores y productos (Cuadro ES1):

- Metales y aleaciones como el hierro, el acero, el aluminio y el cobalto
- Bienes muy comercializados con alto consumo energético como el cemento, los fertilizantes, los productos químicos orgánicos y los plásticos
- Combustibles fósiles
- Bienes agrícolas utilizados como materia prima para biocarburantes
- Productos forestales

Cuadro ES1: Estudio de las medidas comerciales relacionadas con el clima existentes y propuestas

Medida	Implementador	Efecto	Estatus
Reglamento de la UE sobre productos libres de deforestación	UE	Para los productos agrícolas cubiertos, la importación está condicionada a la diligencia debida que certifique que la posibilidad de que hayan sido producidos en tierras deforestadas o degradadas es nula o insignificante.	En vigor a partir de 2023.
Reglamentos de la UE sobre biocombustibles	UE	Las materias primas para biocarburantes procedentes de países con un alto riesgo de cambio indirecto del uso de la tierra no	En la ley a partir de 2018. Mecanismo de revisión en

		se tienen en cuenta para los objetivos obligatorios de combustibles renovables de la Directiva sobre energías renovables.	curso para determinar si los nuevos cultivos (por ejemplo, la soja) tienen un alto riesgo de cambio indirecto del uso de la tierra.
CBAM UE	UE	Obliga a los importadores a comprar derechos de emisión por el carbono incorporado en las mercancías cubiertas por la ley producidas en el extranjero.	En vigor a partir de 2023.
Otros regímenes de BCA	Canadá, Reino Unido, EE.UU., Japón, Australia	Aplicaría precios del carbono en la frontera equivalentes a los aplicados a nivel nacional, basados en el carbono integrado en los bienes.	Consultas finalizadas en Canadá (2022) y en el Reino Unido (2023). Incierto en EE.UU., Japón y Australia.
Reglamento de la UE sobre el metano	UE	Exige que el petróleo y el gas producidos en la UE reduzcan significativamente las emisiones de metano aguas arriba; los mismos requisitos se aplicarían a las importaciones.	El Parlamento Europeo votó en mayo de 2023 a favor de aplicar las normas tanto a las importaciones como a los productores nacionales. Las normas definitivas se negociarán con el Consejo en 2023.
Disposiciones del Reino Unido sobre materias primas de riesgo forestal	REINO UNIDO	Prohibición de la importación de mercancías de riesgo forestal (por determinar) a menos que se respeten las leyes del país anfitrión.	En la ley (Ley de Medio Ambiente de 2021, Anexo 17), pero los detalles serán decididos por el Secretario de Estado.
Normas estadounidenses sobre combustibles limpios	EE.UU.	Obliga a reducir la intensidad de carbono de la gasolina y el gasóleo, aplicándose tanto a las importaciones como a la producción nacional.	En vigor en tres estados: Washington (2021), Oregón (2022) y California (2009). Improbable a nivel nacional.

Acuerdo global UE-EE.UU. sobre aluminio y acero	UE, EE.UU.	Restringirá las importaciones de acero y aluminio de alta intensidad de GEI en EE.UU. y la UE.	Compromiso de ultimar los detalles del acuerdo para finales de 2023, pero sin claridad sobre cómo serán.
Contratación pública ecológica en EE.UU.	EE.UU.	Promueve la compra de materiales de construcción con bajas emisiones de carbono en los proyectos públicos.	Promulgado en Orden Ejecutiva 2021, financiado bajo el IRA. Planes para ampliar el alcance de los materiales cubiertos.
Acuerdo de Asociación UE-Mercosur	EE.UU.	Habría liberalizado aproximadamente 45.000 millones de euros de exportaciones de bienes del Mercosur a la UE.	Estancada, en gran parte debido a la preocupación de la sociedad civil por el carbono incorporado en las importaciones de carne de vacuno de Brasil.
Club del clima	G7	Poco claro - muchas variaciones. Algunas propuestas actuales implican la aplicación por parte de los miembros de la BCA a mercancías procedentes de no miembros del club.	Incierto. La Declaración del G7 de 2022 promete crear un club de este tipo, pero no está claro que la Presidencia japonesa tenga el deseo de llevarlo a cabo.
Norma canadiense sobre combustibles limpios	Canadá, Reino Unido, EE.UU., Japón, Australia	Obliga a reducir la intensidad de carbono de la gasolina y el gasóleo, aplicándose tanto a las importaciones como a la producción nacional.	En ley a partir de 2022.
Ley US FOREST de 2021	EE.UU.	Restringe la entrada en EE.UU. de las mercancías cubiertas si se considera que son producto de la deforestación ilegal en el país de origen.	Propuesto en 2021, pero con pocas probabilidades de ser aprobado - estancado en el Comité de Finanzas del Senado.

Además, los grandes compradores del sector privado se centran cada vez más en la reducción del carbono en sus cadenas de valor. Esto responde a la presión de los consumidores para reducir el carbono incorporado en sus compras. Desde 2020 se ha producido una serie de acuerdos plurianuales de gran valor para la compra de materiales bajos en carbono para vehículos eléctricos y baterías, acero ecológico, amoníaco ecológico, hidrógeno ecológico y aluminio bajo en carbono, en los que participan proveedores como BHP Billiton, Río Tinto, Vale, Glencore y Alcoa, y fabricantes y vendedores como Tesla, Ford, Toyota, BMW, Stellantis, Apple y Kobe Steel. Los gigantes de los productos de consumo Unilever y Procter & Gamble se han comprometido a mantener una cadena de suministro de aceite de palma libre de deforestación. Varios compradores están trabajando en colaboración con los proveedores para desarrollar conjuntamente procesos con bajas emisiones de carbono, en un intento de reducir los costes y garantizar un suministro seguro a largo plazo.

Estas medidas comerciales y exigencias de los compradores son en su mayoría un fenómeno reciente. Casi todos los ejemplos citados anteriormente tienen menos de tres años. Dado que están impulsados por la preocupación por el cambio climático, y que esa preocupación se está intensificando, podemos esperar ver un aumento del número y del alcance de las medidas que tienen en cuenta el carbono integrado en los bienes comercializados internacionalmente. El resultado será un mayor número de tipos de bienes cubiertos y una mayor cuota de mercado mundial dedicada a las versiones bajas en carbono de esos bienes.

¿Dónde están los puntos vulnerables?

Estas tendencias afectarán a algunos bienes y países más que a otros. Los bienes más vulnerables son los que se producen con un alto nivel de GEI en relación con sus homólogos internacionales y se exportan a países que probablemente apliquen medidas comerciales relacionadas con el clima. Los países más vulnerables son aquellos en los que un porcentaje significativo de las exportaciones corresponde a mercancías vulnerables.

Las figuras ES1 a ES3 muestran nuestras estimaciones sobre el grado de vulnerabilidad de Colombia, Ecuador y Perú a las medidas comerciales relacionadas con el clima, y en qué sectores.³ El eje vertical muestra un índice que califica la probabilidad de que los destinos de exportación existentes adopten medidas comerciales basadas en el clima. El eje horizontal muestra la intensidad de GEI de la producción, con relación a una media de los valores para esos bienes tal y como se producen en EE.UU., Alemania y España -como una aproximación a los puntos de referencia que probablemente se utilicen para evaluar la intensidad de GEI de las importaciones. Cada burbuja representa un bien relevante en la canasta exportadora de cada país, escalado para reflejar el valor de las exportaciones en 2019.

³ Los datos de Bolivia no eran lo suficientemente recientes o detallados como para permitir estos cálculos.

Figura ES1: Exposición a medidas comerciales e intensidad de GEI de las principales exportaciones en Colombia

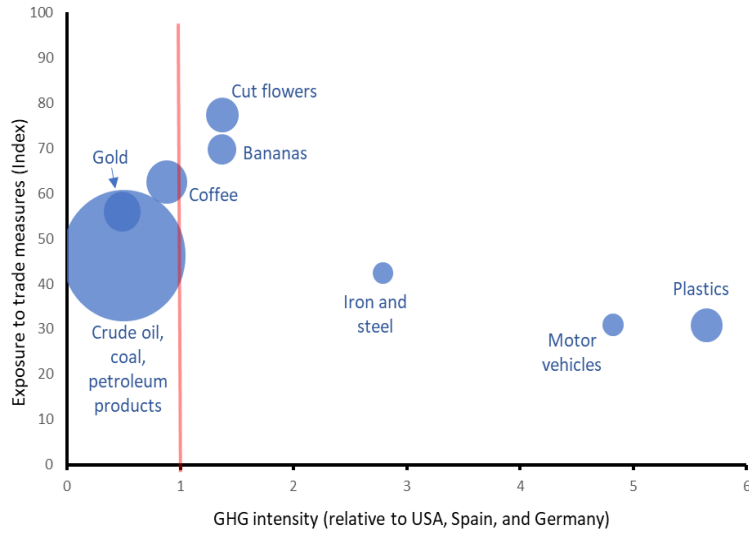


Figura ES2: Exposición a medidas comerciales e intensidad de GEI de las principales exportaciones de Ecuador

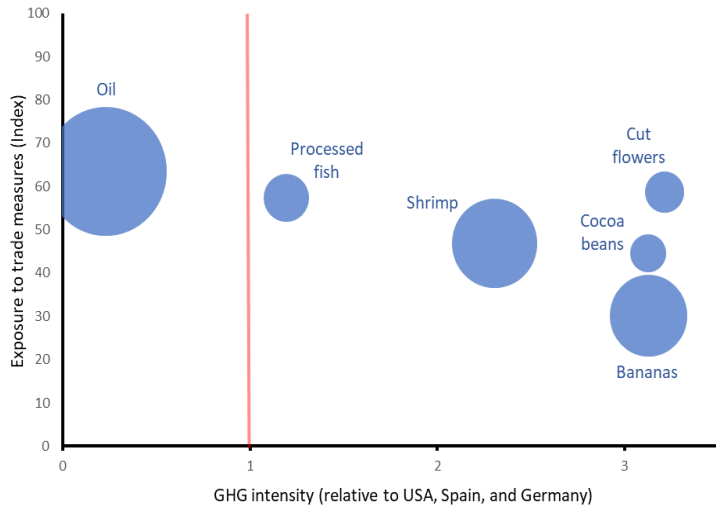
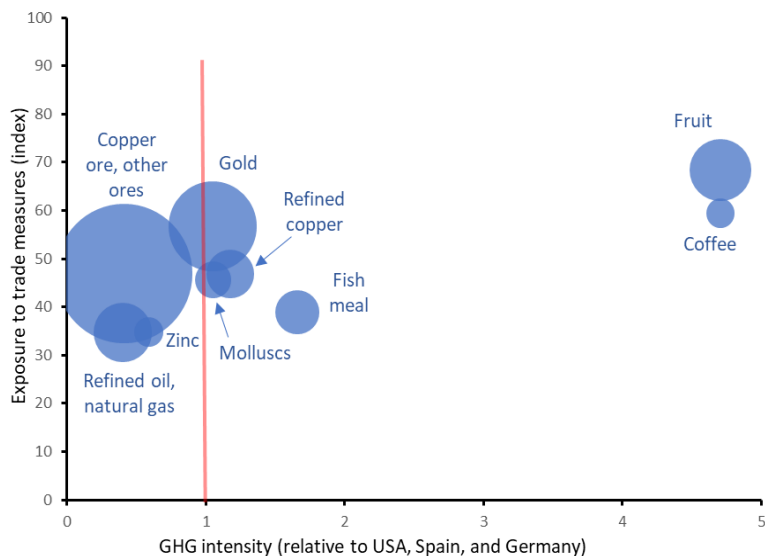


Figura ES3: Exposición a medidas comerciales e intensidad de GEI de las principales exportaciones de Perú



El estudio de la vulnerabilidad que muestran estos gráficos, y de las medidas actualmente en vigor y en proceso, arroja algunas luces sobre la situación de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú:

- El ajuste fronterizo del carbono, una política que ha hecho saltar las alarmas en todo el mundo tras la adopción por parte de la UE de su Mecanismo de Ajuste Fronterizo del Carbono, presenta relativamente pocos riesgos para los cuatro países, ya que se centra en los productos “aguas arriba” de la industria pesada. Las exportaciones de acero de Colombia son la única preocupación importante para cualquiera de los cuatro países, y éstas se destinan en su mayoría a mercados que probablemente no apliquen medidas comerciales relacionadas con el clima, como se refleja en una puntuación relativamente baja del índice de exposición de 42 (sobre 100).
- Del mismo modo, es probable que ninguno de los cuatro países se vea afectado por la contratación pública ecológica de bienes como el acero, el cemento y el aluminio basada en el contenido de carbono, dado que el acero de Colombia es la única corriente de exportación cubierta, pero no es probable que sus principales mercados apliquen tales medidas a corto plazo.
- Algunas de las exportaciones agrícolas más relevantes de los cuatro países pueden ser vulnerables a las políticas dirigidas al cambio en el uso de la tierra, como la ley de bienes libres de deforestación de la UE (aunque esa ley no se centra directamente en la intensidad de GEI por el momento), y a iniciativas del sector privado como las ecoetiquetas relacionadas con el clima. Las exportaciones agrícolas de Perú, como la fruta y el café, puntúan relativamente alto tanto en intensidad de GEI como en exposición de la exportación. Las exportaciones de flores cortadas de Ecuador también puntúan relativamente alto en ambos aspectos.

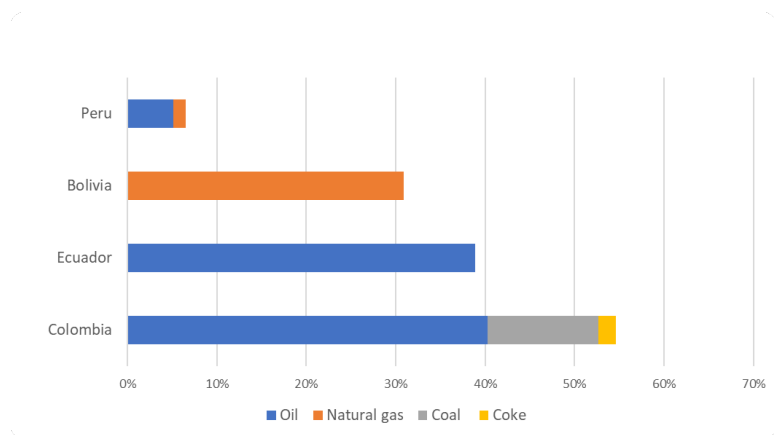
Este panorama de la vulnerabilidad está limitada de dos maneras. En primer lugar, los datos de las emisiones de GEI, y las tablas de insumo-producto a las que se vincularon para derivar la intensidad de GEI, no están adecuadamente desagregados. Así, por ejemplo, se supone que el plátano y el café de Colombia tienen la misma intensidad de emisiones, al estar ambos incluidos en una categoría más amplia de productos agrícolas en los datos a los que tuvimos acceso. Unos datos mejores darían una imagen más precisa de la vulnerabilidad de los productos específicos. En segundo lugar, se trata de una imagen

estática. Como ya se ha señalado, las tendencias a considerar el carbono en los bienes comercializados son recientes y poderosas, pueden crecer en el futuro para abarcar más productos de interés para los exportadores de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, y pueden ser aplicadas por más países de sus mercados de exportación.

Las exportaciones de combustibles fósiles muestran una vulnerabilidad significativa

Centrarse en el carbono integrado en los bienes comercializados es sólo un tipo de respuesta al impacto climático relacionado con el comercio. Un segundo tipo, también relevante para las exportaciones, son las políticas nacionales en los mercados de exportación que afectan indirectamente a la demanda de bienes relacionados con el cambio climático. De especial importancia para Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú son las medidas destinadas a reducir el consumo de combustibles fósiles.

Figura ES4: Proporción de combustibles fósiles en las exportaciones de mercancías de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú



El gráfico ES4 muestra la enorme proporción de las exportaciones que ocupan los combustibles fósiles en los cuatro países. Para Colombia, Ecuador y Bolivia constituyen la mayor corriente de exportaciones de mercancías, medida a 2 dígitos del Sistema Armonizado, mientras que para Perú ocupan el tercer lugar después de los minerales y el oro. Las políticas climáticas y las nuevas tecnologías harán que estas exportaciones dejen de ser rentables mucho antes de que las reservas en las que se basan estén plenamente explotadas.

En el caso del petróleo, muchos analistas coinciden en que el pico de demanda llegará en torno a 2030. La destrucción más significativa de la demanda procederá de la electrificación del transporte por carretera, que representa el 43% de la demanda mundial total de petróleo. Las tendencias en los costes, la elección de modelos, la autonomía y la infraestructura pública de recarga indican que el mundo se encuentra en la parte ascendente de la curva de adopción en forma de S de lo que, en última instancia, es un producto superior. Hay muchos ejemplos de una dinámica tan repentina y revolucionaria con tecnologías anteriores -incluidos los teléfonos móviles, los ordenadores personales e, irónicamente, los vehículos de pasajeros con motor de combustión interna- y la adopción mundial de los vehículos eléctricos (VE) parece ir por el mismo camino.

Si asumiéramos el escenario más ambicioso de la Agencia Internacional de la Energía (cero emisiones netas) para los vehículos de pasajeros hasta 2030 -que parece plausible- y un escenario más conservador (Políticas Anunciadas) para los demás elementos de la demanda mundial de petróleo (petroquímica,

transporte marítimo, electricidad, calefacción) el resultado sería una caída de la demanda de petróleo desde los niveles de 2021 de 13,6 millones de barriles diarios, o un 14% al 2030, con caídas mucho más pronunciadas hasta 2050. Para poner esas cifras en perspectiva, la caída de la demanda mundial que devastó los mercados del petróleo y envió los precios del Western Texas Intermediate a niveles brevemente negativos en 2020 ascendió a menos de 7 millones de barriles diarios - aunque eso fue más abrupto que los cambios previstos aquí.

El futuro de las exportaciones de gas no es mucho más promisorio. El Escenario de Políticas Anunciadas (moderadamente ambicioso) de la AIE, que prevé que los países cumplan las promesas actuales, proyecta que la demanda global de gas alcanzará su punto máximo esta década, caerá desde los niveles de 2021 un 8% en 2030 y un 37% en 2050. En cualquier escenario, la trayectoria de crecimiento experimentada en las últimas décadas llegará a su fin, lo que significa una competencia más dura por los mercados. En los escenarios de oferta, Oriente Medio gana cuota de mercado mundial, gracias a las nuevas inversiones masivas en capacidad y a los bajos costes, pero el resto de regiones disminuyen sus niveles de producción en la mayoría de los escenarios. Bolivia y Perú se citan como países en los que se prevé un descenso de la producción, incluso en el escenario de políticas declaradas más generoso (y fundamentalmente poco realista).

Mientras que las vulnerabilidades identificadas por la inclusión de la contabilidad del carbono en el comercio internacional son una fuerte preocupación para algunos productos, especialmente a mediano plazo, las vulnerabilidades derivadas de la dependencia de las exportaciones de combustibles fósiles son inmediatas y críticas, con importantes ingresos públicos en juego y un fuerte riesgo de crear activos varados.

¿Qué hacer?

Hay varias formas en las que los gobiernos, y diversas agencias de desarrollo, pueden actuar para minimizar las vulnerabilidades aquí descritas, y encontrar oportunidades en la disputa de los mercados de bajas emisiones de carbono.

- Diversificando lejos de las exportaciones de combustibles fósiles, para reducir la exposición. Esto es más fácil de decir que de hacer. Una vía es buscar y apoyar deliberadamente oportunidades que utilicen la considerable experiencia empleada actualmente en los sectores de los combustibles fósiles. Una directriz política práctica es considerar cuidadosamente el apoyo fiscal a los sectores existentes, en particular para la expansión de las operaciones, a la luz del próximo declive del sector. Apuntalar sectores en declive no se considera, por regla general, una buena política industrial.
- Recopilar datos sobre las emisiones sectoriales nacionales, tanto para identificar mejor las áreas de vulnerabilidad, como para poder suministrar datos a las agencias extranjeras que los soliciten en virtud de regímenes como el CBAM. En el caso de la CBAM, facilitar esos datos ayudaría a los exportadores a evitar valores por defecto punitivos si no pueden proporcionar datos a nivel de empresa.
- Trabajar con legisladores extranjeros, como los que establecieron el CBAM, para que ellos cubran los costes de los exportadores para certificar sus datos, utilizando los ingresos de las tasas fronterizas. Podría decirse que este apoyo está justificado en virtud del principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y capacidades respectivas del Acuerdo de París de la CMNUCC.

- Ayudar a desarrollar la capacidad de los exportadores para llevar una contabilidad interna del carbono que satisfaga las diversas exigencias a las que puedan enfrentarse por parte de los regímenes extranjeros impuestos por los gobiernos y los requisitos de los compradores del sector privado.
- Apoyar la acreditación de verificadores nacionales o regionales para la contabilidad del contenido de carbono, de modo que cualquier verificación necesaria sea menos costosa y más accesible para los exportadores de la región.
- Participar en los esfuerzos internacionales para desarrollar normas para la contabilidad del carbono, con el fin de garantizar que se tengan en cuenta sus realidades sectoriales específicas.
- Actuar como conducto de información para los exportadores sobre los requisitos y la evolución probable de las diversas medidas comerciales relacionadas con el clima que puedan estar en el horizonte.
- Reforzar el apoyo existente para la transición hacia la carbono-neutralidad de los sectores de gran consumo energético y muy comercializados, como la siderurgia, los plásticos y los sectores de alto riesgo como la agricultura, para hacerlos menos vulnerables a las medidas comerciales relacionadas con el clima en los mercados ecológicos mundiales del futuro.
- Reducir la intensidad de GEI de la electricidad utilizada por los productores, anticipándose al momento en que las medidas comerciales relacionadas con el clima tengan en cuenta las emisiones indirectas. Es probable que las medidas comerciales exteriores relacionadas con el clima no sean por sí solas un argumento determinante para hacerlo, sino sólo uno de varios.

El resto de este documento se estructura como sigue. La primera sección establece el contexto introduciendo y explicando el aumento de diferentes tipos de medidas comerciales relacionadas con el clima. La sección siguiente estudia las tendencias en la contabilización del carbono en los bienes comercializados, tanto por parte de los gobiernos nacionales como por parte del sector privado; ambas son significativas para los exportadores. A continuación, la sección tres evalúa las vulnerabilidades de los principales flujos de exportación a la luz de esas tendencias, estimando la intensidad de GEI de las principales exportaciones y considerando otros aspectos de la vulnerabilidad, incluidos los mercados específicos para esas exportaciones. La sección cuatro considera los impactos de las medidas climáticas no relacionadas con el comercio sobre las exportaciones de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, en particular sobre la demanda mundial de petróleo y gas, que ocupan un lugar destacado en los perfiles de exportación de los cuatro miembros. La sección cinco concluye con recomendaciones políticas para los gobiernos y las agencias de ayuda al desarrollo, como los bancos de desarrollo.

1. Introducción

Las exportaciones de mercancías son un motor de central importancia para la vitalidad de las economías de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. En consecuencia, la creación y el mantenimiento de la competitividad global es un objetivo importante de la política gubernamental y de la ayuda bilateral y multilateral al desarrollo.

Este informe explora un elemento no convencional de la competitividad que cada vez adquiere mayor relevancia: la competitividad frente a las respuestas climáticas relacionadas con el comercio, tanto por parte de los gobiernos como del sector privado. Argumenta que el carbono incorporado se tendrá cada

vez más en cuenta en el comercio internacional, y que Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú deben ser conscientes de sus vulnerabilidades en ese contexto, y conscientes de las oportunidades.⁴

El punto de partida es el concepto de que los bienes comercializados "incorporan" las emisiones de carbono que han tenido lugar a lo largo de la cadena de valor como resultado de su producción.⁵ Un conjunto de trabajos que abarca más de dos décadas ha explorado la magnitud y la evolución de esos flujos globales de carbono, así como las implicaciones políticas (Ahmad & Wyckoff, 2003; Peters et al., 2012; Wiebe et al., 2012).

Esas implicaciones políticas son de dos tipos:

- En primer lugar, la necesidad de que los países importadores contabilicen el carbono que consumen en sus bienes importados. Se trata de un marco contable que pone patas arriba la contabilidad nacional utilizada como moneda de cambio para los compromisos nacionales en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y sus instrumentos, incluido el Acuerdo de París. En esos instrumentos, el país donde se produce un bien es responsable de los GEI emitidos durante la producción, y el país donde se consume ese bien no lo es. La presión de los consumidores para que asuman una mayor responsabilidad por el carbono incorporado adquirido está impulsando tanto las acciones gubernamentales como las demandas del sector privado para descarbonizar las cadenas de suministro.
- En segundo lugar, la necesidad de que los países importadores repriman una de las fuentes de esos flujos de carbono: el traslado de la producción y sus emisiones asociadas desde jurisdicciones con políticas estrictas sobre el carbono a otras en las que esas políticas son menos costosas, una forma de "fuga de carbono".

Ambos tipos de implicaciones políticas están cobrando mayor relevancia a medida que los países aumentan su ambición climática. Las figuras 1.1 y 1.2 muestran la rápida asunción de compromisos climáticos significativos por parte de los gobiernos nacionales sólo en los últimos tres años, y muchos de ellos han pasado de las promesas a la legislación nacional. Hasta la fecha, Colombia ha presentado ante la CMNUCC una estrategia climática a largo plazo que pretende alcanzar cero emisiones netas para 2050 (Arguello et al., 2022). Ecuador y Perú han hecho promesas de este tipo, aunque de momento se encuentran en fase de debate y no de ley.

A medida que aumenten las concentraciones atmosféricas de GEI, los impulsos para la acción gubernamental y del sector privado no harán sino reforzarse. Una implicación clara es que cada vez se prestará más atención al carbono incorporado al comercio internacional, ya sea como medio para proteger a las industrias nacionales de las fugas de carbono, o como medio para abordar de forma más significativa la mitigación del cambio climático de manera visible para los votantes.⁶

⁴ En este documento, "carbono" se utilizará como abreviatura para describir los seis principales gases de efecto invernadero (GEI) contemplados en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

⁵ Este documento se centra en los bienes, pero las emisiones incorporadas en los servicios -como el transporte- también son importantes.

⁶ Aunque este informe se centra principalmente en el riesgo, las medidas comerciales gubernamentales y del sector privado relacionadas con el carbono también ofrecen oportunidades a los productores innovadores con bajas emisiones de carbono (OMC, 2022).

Figura 1.1: Porcentaje del PIB mundial cubierto por objetivos de carbono-neutralidad

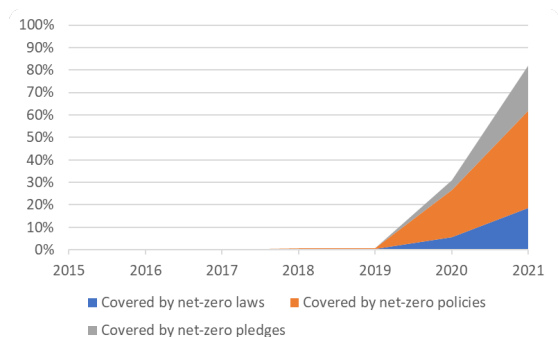
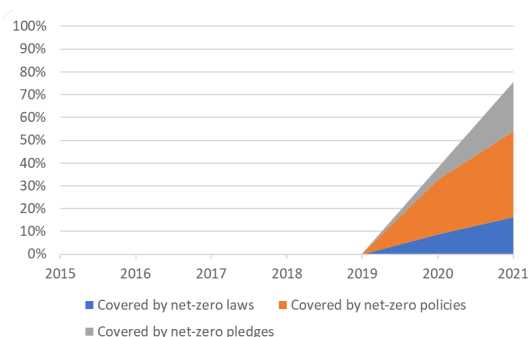


Figura 1.2: Porcentaje de emisiones mundiales cubiertas por objetivos de carbono-neutralidad



Fuente: (Net Zero Tracker, 2023)

Nota: Las leyes, políticas y promesas de Cero Neto comprometen a los países a lograr cero emisiones netas de GEI en una fecha determinada.

Este estudio es un primer intento de sondear y priorizar las vulnerabilidades y oportunidades que surgirán en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú de la creciente atención prestada al carbono incorporado en los bienes comercializados, pensando en las implicaciones para la competitividad de las empresas exportadoras.

2. Tendencias mundiales de las medidas comerciales relacionadas con el clima

Estamos asistiendo a una tendencia creciente hacia la contabilización del carbono integrado en los productos comercializados. Se manifiesta en las medidas comerciales exigidas por los gobiernos y en las promesas de cero emisiones del sector privado y los requisitos que se derivan de esas promesas en la cadena de valor hacia los proveedores.

Por parte de los gobiernos, la motivación procede en última instancia de una mayor ambición climática. En los últimos años, la preocupación pública por el cambio climático y las acciones para abordarlo han seguido una trayectoria de fortalecimiento. Las figuras 1.1 y 1.2 muestran que, sólo desde 2019, el mundo ha sido testigo de compromisos para lograr emisiones netas de GEI nulas por parte de países que comprenden el 88% de las emisiones mundiales y más del 92% del PIB mundial (en julio de 2023) (Net Zero Tracker, 2023). Treinta y seis países han consagrado esos compromisos en su legislación.

Esa tendencia parece que va a acelerarse, impulsada por tres factores subyacentes:

1. Creciente certidumbre de la ciencia del cambio climático y necesidad de alinearse con los escenarios de 1,5°C (IPCC, 2021), y aumento de la aceptación pública de esa ciencia (Leiserowitz et al., 2021).
2. Impactos físicos del cambio climático más frecuentes y potentes en todo el mundo, como olas de calor, inundaciones, marejada, sequías e incendios forestales.⁷ Estos sucesos también aumentan la aceptación pública de la ciencia.

⁷ Los últimos 20 años comparados con los 20 años anteriores: catástrofes relacionadas con el clima (6.681 frente a 3.656); principales catástrofes registradas (7.348 frente a 4.212); personas afectadas (4.200 millones frente a 3.250 millones); y pérdidas económicas mundiales (2,97 billones de dólares frente a 1,63 billones). (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2020).

3. Como resultado de ambos factores, la creciente presión sobre los gobiernos para que tomen medidas para mitigar el cambio climático (Leiserowitz et al., 2021).

Por parte del sector privado, cada vez se exige más a los proveedores “aguas arriba” como parte de la diligencia debida en la cadena de suministro. En julio de 2023, de las 2.000 principales empresas que cotizan en bolsa, 944 tenían objetivos de cero emisiones netas (Net Zero Tracker, 2023). Están respondiendo a los clientes, que asignan una prima a los bienes de baja huella de carbono, y a los accionistas, preocupados tanto por la reputación como por la viabilidad futura de las operaciones en un mercado global limitado por el carbono.

Estas preocupaciones de consumidores y productores se traducen finalmente en medidas comerciales relacionadas con el clima: medidas comerciales basadas en el contenido de carbono. Éstas son de varios tipos diferentes:

- Medidas gubernamentales para abordar los importantes flujos de carbono incorporados en el comercio internacional (Peters et al., 2012). Los consumidores son sensibles al carbono incorporado que consumen en bienes como los productos forestales, los agroalimentarios y los combustibles, por lo que presionan para que se establezcan normativas que se ocupen tanto de los productos nacionales como de los importados. Por ejemplo, varios países tienen leyes que pretenden garantizar que los productos forestales o agrícolas que importan no son responsables de la deforestación perjudicial para el clima.
- Medidas gubernamentales para proteger a los productores nacionales que han recibido el mandato de reducir sus emisiones operativas de GEI de forma que aumentan sus costes. Los productores industriales son conscientes de los costes en los que incurren como consecuencia de la tarificación del carbono y presionan para obtener protección frente a la competencia de las importaciones de alto GEI y bajo coste. La CBAM de la UE, por ejemplo, impone a las importaciones unos costes que pretenden igualar a los aplicados a los productos nacionales similares.
- Medidas gubernamentales para apoyar la descarbonización industrial mediante, por ejemplo, la creación de mercados para productos con bajas emisiones de carbono, pero más costosos. La contratación pública dirigida a productos bajos en carbono encaja en esta categoría.

Una selección de medidas existentes y propuestas de este tipo se catalogan en la Tabla 2.1, donde se ordenan de mayor a menor probabilidad de impacto sobre los productores de la región andina. Estas iniciativas se describen con mayor detalle a continuación.

Tabla 2.1: Algunas medidas comerciales relacionadas con el clima exigidas por los gobiernos

Medida	Implementador	Efecto	Estatus
Reglamento de la UE sobre productos libres de deforestación	UE	Para los productos agrícolas cubiertos, la importación está condicionada a la diligencia debida que certifique que la posibilidad de que hayan sido producidos en tierras deforestadas o degradadas es nula o insignificante.	En vigor a partir de 2023.

Reglamentos de la UE sobre biocarburantes	UE	Las materias primas para biocarburantes procedentes de países con un alto riesgo de cambio indirecto del uso de la tierra no se tienen en cuenta para los objetivos obligatorios de combustibles renovables de la Directiva sobre energías renovables.	En vigor a partir de 2018. Mecanismo de revisión en curso para determinar si los nuevos cultivos (por ejemplo, la soja) tienen un alto riesgo de cambio indirecto del uso de la tierra.
CBAM UE	UE	Obliga a los importadores a comprar derechos de emisión por el carbono incorporado en las mercancías cubiertas producidas en el extranjero.	En vigor a partir de 2023.
Otros regímenes de BCA	Canadá, Reino Unido, EE.UU., Japón, Australia	Aplicaría precios del carbono en la frontera equivalentes a los aplicados a nivel nacional, basados en el carbono integrado en los bienes.	Consultas finalizadas en Canadá (2022) y en el Reino Unido (2023). Incierto en EE.UU., Japón y Australia.
Reglamento de la UE sobre el metano	UE	Exige que el petróleo y el gas producidos en la UE reduzcan significativamente las emisiones de metano aguas arriba; los mismos requisitos se aplicarían a las importaciones.	El Parlamento Europeo votó en mayo de 2023 a favor de aplicar las normas tanto a las importaciones como a los productores nacionales. Las normas definitivas se negociarán con el Consejo en 2023.
Disposiciones del Reino Unido sobre materias primas de riesgo forestal	REINO UNIDO	Prohibición de la importación de mercancías de riesgo forestal (por determinar) a menos que se respeten las leyes del país anfitrión.	En la ley (Ley de Medio Ambiente de 2021, Anexo 17), pero los detalles serán decididos por el Secretario de Estado.
Normas estadounidenses sobre combustibles limpios	EEUU	Obliga a reducir la intensidad de carbono de la gasolina y el gasóleo, aplicándose tanto a las importaciones como a la producción nacional.	En vigor en tres estados: Washington (2021), Oregón (2022) y California

			(2009). Improbable a nivel nacional.
Acuerdo global UE-EE.UU. sobre aluminio y acero	UE, EE.UU.	Restringirá las importaciones de acero y aluminio de alta intensidad de GEI a EE.UU. y la UE.	Compromiso de ultimar los detalles del acuerdo para finales de 2023, pero sin claridad sobre cómo serán.
Contratación pública ecológica en EE.UU.	EEUU	Promueve la compra de materiales de construcción con bajas emisiones de carbono en los proyectos públicos.	Promulgado en 2021 Orden Ejecutiva, financiado bajo el IRA. Planes para ampliar el alcance de los materiales cubiertos.
Acuerdo de Asociación UE-Mercosur	EEUU	Habría liberalizado aproximadamente 45.000 millones de euros de exportaciones de bienes del Mercosur a la UE.	Estancada, en gran parte debido a la preocupación de la sociedad civil por el carbono incorporado en las importaciones de carne de vacuno de Brasil.
Club del clima	G7	Poco claro - muchas variaciones. Algunas propuestas actuales implican la aplicación por parte de los clubes de la BCA a mercancías procedentes de no miembros del club.	Incierto. La Declaración del G7 de 2022 promete crear un club de este tipo, pero no está claro que la Presidencia japonesa tenga el deseo de llevarlo a cabo.
Norma canadiense sobre combustibles limpios	Canadá, Reino Unido, EE.UU., Japón, Australia	Obliga a reducir la intensidad de carbono de la gasolina y el gasóleo, aplicándose tanto a las importaciones como a la producción nacional.	En vigor a partir de 2022.
Ley US FOREST de 2021	EEUU	Restringe la entrada en EE.UU. de las mercancías cubiertas si se considera que son producto de la deforestación ilegal en el país de origen.	Propuesto en 2021, pero con pocas probabilidades de ser aprobado - estancado en el Comité de Finanzas del Senado.

2.1. Reglamento de la UE sobre productos libres de deforestación

En marzo de 2023, entró en vigor el reglamento de la UE sobre productos libres de deforestación, un reglamento para ayudar a evitar la importación de productos asociados con la deforestación y la degradación forestal (Comisión Europea, 2023).

El reglamento abarca el ganado, el cacao, el café, el aceite de palma, la soja, el caucho, el carbón vegetal, la madera y algunos derivados del aceite de palma, y exige que cualquier importación esté libre de deforestación. Es probable que esa lista de productos se amplíe para abarcar más productos, e ir más abajo en la cadena de valor, siendo la primera oportunidad para hacerlo en la revisión bianual del reglamento.

Los importadores de productos cubiertos tendrán que llevar a cabo la diligencia debida especificada para garantizar que el riesgo de incumplir la normativa es insignificante o nulo o, en caso contrario, realizar actividades de recopilación de información y mitigación de riesgos para reducir ese riesgo a los niveles requeridos. La diligencia debida exigida puede implicar o no la verificación por parte de terceros; la responsabilidad recae totalmente en el importador. Uno de los resultados de estos requisitos es forzar la total transparencia de la cadena de suministro, hasta la geolocalización precisa y la fecha de extracción de los recursos, en las decisiones de compra de comerciantes y procesadores.

"Libre de deforestación", a efectos de esta legislación, significa "que las materias primas y los productos pertinentes, incluidos los utilizados para los productos pertinentes o contenidos en ellos, se han producido en tierras que no han sido objeto de deforestación después del 31 de diciembre de 2020, y que la madera se ha recogido del bosque sin inducir la degradación forestal después del 31 de diciembre de 2020".

2.2. Reglamentos de la UE sobre biocarburantes

La Directiva de Energías Renovables de la UE (revisada en 2018) establece un objetivo para la energía renovable utilizada en el transporte del 14% para 2030. Al mismo tiempo, introdujo nuevos criterios de sostenibilidad para la bioenergía que excluían de la contabilización a los biocombustibles para cumplir el objetivo si procedían de países en los que el riesgo de cambio indirecto del uso de la tierra era elevado. Estos criterios constituyeron una cuasi descalificación para el aceite de palma importado como materia prima para el biodiésel, que se había obtenido principalmente (74% en 2017) de Indonesia y Malasia (Nadras & Mazlan, 2022). En 2018 alrededor del 65% de las importaciones de aceite de palma de la UE se destinaron al uso final de biocombustibles (Transporte y Medio Ambiente, 2019). Se espera que el uso de biodiésel en la UE disminuya un 24% entre 2023 y 2031, sobre todo gracias a la caída de las importaciones de aceite de palma (Comisión Europea, 2021).

La medida de la UE fue llevada a la solución de diferencias de la OMC, con el caso aún pendiente en julio de 2023 (Secretaría de la OMC, s.f.). La medida incluye un mecanismo de revisión para actualizar periódicamente la evaluación del riesgo de cambio indirecto del uso de la tierra. En julio de 2023, el Parlamento de la UE estaba debatiendo si añadir la soja a la lista de cultivos de alto riesgo.

2.3 CBAM DE LA UE

En mayo de 2023, la Unión Europea convirtió en ley un Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (CBAM), como uno de los elementos del Paquete Fit for 55 de medidas climáticas incluidas en el Pacto Verde de la UE (Comisión Europea, 2023). El CBAM obligará a los importadores de bienes cubiertos por la

medida (y de electricidad) a comprar derechos de emisión por cada tonelada de GEI incorporada en los bienes que importen.

El CBAM se introdujo junto con las reformas del sistema de comercio de derechos de emisión de la UE que reducirán el número de derechos disponibles y eliminarán la asignación gratuita de derechos a los productores de la UE. El objetivo es evitar que el aumento de los precios del carbono provoque una simple transferencia de emisiones de la UE a jurisdicciones con precios del carbono más bajos, un fenómeno conocido como fuga. Las tasas fronterizas aumentarán gradualmente hasta alcanzar el 100% del valor de los derechos del EU-ETS en 2034, paralelamente a la reducción de los derechos gratuitos concedidos a los productores de la UE en el marco del EU-ETS. En ese sentido, el CBAM está diseñada para reflejar las obligaciones nacionales de las empresas en el marco del Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión (EU-ETS).

Los sectores cubiertos son el hierro y el acero, el aluminio, el cemento, el hidrógeno, los fertilizantes y la electricidad. Hubo cierto debate sobre si incluir también los plásticos y los productos químicos orgánicos, como propuso el Parlamento de la UE en respuesta a la propuesta más limitada de la Comisión. En cualquier caso, es de esperar que la cobertura sectorial se amplíe con el tiempo, quizá como resultado de una revisión obligatoria del mecanismo en 2026. Los bienes cubiertos se sitúan muy arriba en la cadena de valor: productos básicos y ligeramente transformados, con sólo unos pocos bienes transformados en hierro y acero (tornillos, por ejemplo). No están cubiertos los productos manufacturados ni los productos agrícolas.

Los GEI incorporados se calcularán a partir de los datos reales presentados por los importadores, que informarán según normas aún en desarrollo (en junio de 2023 se publicó para consulta un borrador de norma para el periodo transitorio inicial de 2 años), y certificados como válidos por organismos de garantía acreditados. Si no se dispone de datos reales, se aplicarán supuestos por defecto.

Aunque la carga legal de la CBAM recae sobre los importadores, son los productores los que soportarán de facto la carga del cumplimiento. Los importadores exigirán datos verificados por terceros sobre la intensidad de las emisiones de GEI a las empresas con las que tratan o impondrán una penalización en el precio para cubrir los costes de los valores por defecto que la UE asignaría a esos bienes.

Aunque muchos de los detalles de la aplicación no se conocerán hasta después de que se aprueben los distintos actos legislativos de aplicación, las líneas generales ya están fijadas. Entrará en vigor en octubre de 2023 y constará de un periodo de transición (revisión) de dos años en el que se recopilarán datos pero no se impondrán tasas, y un periodo de introducción progresiva del 100% de las tasas en frontera de nueve años, programado para que se corresponda con un periodo de eliminación progresiva de nueve años de los derechos de emisión gratuitos concedidos a las instalaciones cubiertas.

2.4. Otros regímenes de ajuste del carbono en frontera

La UE es la primera jurisdicción que aplica un régimen de ajuste del carbono en frontera -del que el CBAM es una variante- a las mercancías objeto de comercio. Pero puede que no sea la última. En enero de 2022, Canadá finalizó las consultas formales sobre cómo podría ser un régimen de ajuste del carbono en frontera en ese país (Canadá, 2021), y un Comité de la Cámara de los Comunes del Reino Unido llevó a cabo consultas similares que concluyeron en abril de 2022 (Comité de Auditoría Medioambiental del Reino Unido, 2021), seguidas de consultas nacionales en curso que concluyeron en junio de 2023 (Reino Unido, 2023).

Ambos países estaban presumiblemente motivados por el hecho de que están imponiendo un precio del carbono a sus industrias de gran consumo energético y expuestas al comercio. En Canadá, existe un precio del carbono legislado que ascenderá a 170 CAD/tonelada en 2030. El Reino Unido tiene un régimen de tope y comercio (cap and trade) para la fijación del precio del carbono, similar al RCCDE de la UE. Para ambos países, imponer un precio del carbono a esas industrias es impensable sin algún tipo de protección contra las fugas.

Estados Unidos ha anunciado en repetidas ocasiones su intención de poner en marcha un régimen de este tipo (por ejemplo, USTR, 2021). Todos los numerosos proyectos de ley sobre la tarificación del carbono que se han presentado ante el Congreso han incluido algún tipo de régimen de ajuste del carbono en frontera. Pero aún no está claro qué aspecto podría tener un régimen de este tipo en el contexto estadounidense, ya que EE.UU. no cuenta con una tarificación nacional del carbono por la que ajustar en frontera, y parece poco probable que consiga una tarificación del carbono a corto plazo. Un proyecto de ley -FAIR Act- proponía cuantificar la carga reglamentaria a la que se enfrentan los sectores industriales estadounidenses, y aplicar una tasa fronteriza igual a esa carga a todas las importaciones, excepto a las procedentes de países que EE.UU. considere suficientemente serios en cuanto a sus compromisos climáticos (Coons & Peters, 2021). Parece poco probable que se apruebe en el Congreso esa ley en concreto, pero el planteamiento básico sigue sobre la mesa como opción política, y se espera que un proyecto de ley pendiente proponga de forma similar gravámenes fronterizos sobre el carbono sin un precio nacional del carbono (Hulac, 2023).

La Estrategia de Crecimiento Verde de Japón para 2020 pedía que se considerara el ajuste del carbono en frontera, aunque no ha habido ninguna consideración pública desde entonces (METI, 2020). En Australia, como parte de la reforma de su normativa climática clave, el Mecanismo de Salvaguardia, el Gobierno se ha comprometido a emprender una revisión a partir de 2023 de las opciones políticas para abordar las fugas de carbono, incluida la consideración del ajuste de carbono en frontera, especialmente para la industria del acero y el cemento (Australia, 2023).

2.5. Reglamento de la UE sobre el metano

El Parlamento de la UE ha aprobado un reglamento que obliga a los productores de petróleo y gas a realizar periódicamente ejercicios de detección y detección de fugas, y a informar de los resultados. Cualquier fuga que supere las 500 partes por millón de metano debe ser reparada o sustituida inmediatamente. El venteo y la quema rutinaria de metano están prohibidos. Los Estados miembros deben elaborar un inventario de los pozos inactivos y éstos deben tener instalados equipos de medición de metano. El reglamento también se aplica a la minería del carbón, e incluye la prohibición de casi todo el venteo y la quema en antorcha (Parlamento Europeo, 2023).

En mayo de 2023, el Parlamento votó a favor de ampliar esas normas al 80% del consumo de petróleo y gas de la UE que es importado. Los productores de países con normativas nacionales similares quedarían exentos. Ahora corresponde al Consejo de la UE negociar con el Parlamento si las importaciones quedarán efectivamente cubiertas.

2.6. Las disposiciones británicas sobre productos básicos de riesgo forestal

La Ley de Medio Ambiente del Reino Unido de 2021 incluía el Anexo 17: *Uso de materias primas de riesgo forestal en la actividad comercial* (Reino Unido, 2021). Las disposiciones prohíben la importación de cualquier mercancía de riesgo forestal a menos que se hayan seguido las leyes del país anfitrión en

relación con dicha mercancía. El alcance de las materias primas cubiertas será decidido por el Secretario de Estado, pero excluirá la madera y los productos derivados, así como los biocombustibles.

Los requisitos son relativamente vagos en la Ley de Medio Ambiente, y aún deben ser concretados por el Secretario de Estado en la legislación de aplicación. Los requisitos especifican que los importadores deben aplicar un sistema de diligencia debida en relación con cualquier mercancía de riesgo forestal importada, pero no describen los requisitos detallados de dicho sistema de diligencia debida.

2.7. Normas sobre combustibles limpios

Una norma sobre combustibles limpios regula el contenido de carbono del ciclo de vida de los combustibles para el transporte, como la gasolina, estableciendo límites decrecientes, aplicables tanto a los productos nacionales como a los importados. El cumplimiento suele ser posible encontrando eficiencias energéticas en la producción del combustible, mezclando combustibles convencionales con combustibles bajos en carbono como el bioetanol o el biodiésel⁸, comprando créditos a productores más limpios o adquiriendo compensaciones. En el caso de las importaciones, esas obligaciones y sus costes recaerían en los importadores y luego se trasladarían a los vendedores extranjeros, imponiendo de hecho una prima de coste a los productos extranjeros de alta intensidad de GEI.

Canadá impuso una norma sobre combustibles limpios en 2022, que obliga a reducir la intensidad de carbono de la gasolina y el gasóleo respecto a los niveles de 2016 en 3,5 gramos equivalentes de dióxido de carbono por megajulio (gCO₂ e/MJ) en 2023, hasta alcanzar reducciones de 14 gCO₂ e/MJ en 2030. (Gobierno de Canadá, 2022).

Se han aplicado regímenes similares a nivel subnacional en los estados norteamericanos de California, Oregón y Washington. Los informes del Comité Selecto de la Cámara de Representantes sobre la Crisis Climática y del Comité Especial de los Demócratas del Senado sobre la Crisis Climática sugirieron una política nacional (Comité Selecto de la Cámara de Representantes sobre la Crisis Climática, 2020; SCCC, 2020), pero no está claro que la Administración avance una política de este tipo, ya que sería costosa para las refinerías que importan crudo para su procesamiento.

2.8. El acuerdo global UE-EE.UU. sobre el aluminio y el acero

En octubre de 2021, la UE y EE.UU. acordaron negociar un acuerdo antes de octubre de 2023 por el que cooperarían en la búsqueda de una producción de acero y aluminio con bajas emisiones de carbono, y en abordar el exceso de capacidad en esos sectores (Casa Blanca de EE.UU., 2021). Las partes esbozaron una serie de seis acciones que se derivarían del acuerdo, incluidas medidas en cada jurisdicción para "restringir el acceso al mercado de los no participantes que no cumplan las normas de intensidad baja en carbono".

La forma final de ese acuerdo aún está por determinar. Por parte de EE.UU., muchos ven el objetivo como un arancel exterior común, aplicado a los productores con alta intensidad de GEI y a los productores de los países culpables de contribuir al exceso de oferta mundial. Por parte de la UE hay menos claridad, pero es difícil ver cómo un régimen así sería compatible con el CBAM de la UE, por lo que su objetivo puede ser, en última instancia, algo más cercano a una norma de rendimiento acordada para productos específicos, basada en la intensidad de GEI y aplicada en la frontera.

⁸ Está en discusión si los biocombustibles deben contar como bajos en carbono, dado su impacto en la deforestación (Searchinger et al, 2018).

China se menciona explícitamente como objetivo, pero otros países productores de acero y aluminio podrían quedar atrapados en el fuego cruzado. La UE y EE.UU. son productores relativamente limpios de ambos bienes, lo que podría explicar la disposición a aceptar medidas comerciales basadas en la intensidad de GEI.

2.9. Contratación pública estadounidense con bajas emisiones de carbono

El gobierno estadounidense es muy significativo en el espacio de la contratación ecológica. Anualmente gasta unos 75.000 millones de dólares en adquisiciones a través de la Administración de Servicios Generales (GSA). En diciembre de 2021, una orden ejecutiva estableció cinco objetivos en torno a la contratación pública, entre ellos las emisiones netas cero de la contratación pública para 2050, y una política Buy Clean que promueve el uso de materiales de construcción bajos en carbono como el hormigón, el acero, el vidrio y el asfalto (La Casa Blanca, 2021).

La Ley de Reducción de la Inflación de EE.UU. proporcionó una financiación de 3.500 millones de dólares a la GSA para perseguir sus objetivos de Buy Clean. En marzo de 2022, la Administración de Servicios Generales publicó normas para los dos primeros bienes de interés: el hormigón y el asfalto. Los vendedores de esos bienes deben presentar a la administración una declaración de producto medioambiental verificada por terceros. Las nuevas normas exigen métodos de producción específicos (en el caso del asfalto) o una baja intensidad de GEI (en el caso del hormigón) para poder optar a las licitaciones públicas (Administración de Servicios Generales de EE.UU., 2022a).

Estos dos bienes son la punta de lanza de una tendencia que está llamada a intensificarse. El grupo de trabajo estadounidense Buy Clean, que impulsa la iniciativa, también se centra en el acero y el vidrio, y además ha solicitado la opinión de la industria sobre prácticas y requisitos bajos en carbono en aluminio, aislamiento, materiales para tejados, placas de yeso y madera de ingeniería estructural (Administración de Servicios Generales de EE.UU., 2022b).

2.10. Contratación pública con bajas emisiones de carbono

Cada vez hay más impulso detrás de una coalición de gobiernos que pretenden basar sus adquisiciones públicas de materiales, entre otras cosas, en las emisiones incorporadas que contienen. En la COP 26 de Glasgow se lanzó un compromiso mundial para adquirir acero y cemento con bajas emisiones de carbono, coordinado por la Iniciativa de Descarbonización Industrial Profunda del Ministerio de Energía Limpia (ONU, 2021). Los países firmantes (Reino Unido, India, Emiratos Árabes Unidos, Alemania y Canadá) se comprometieron a exigir, para 2025, la notificación de las emisiones incorporadas en todo el acero, cemento y hormigón adquirido, y a aspirar a un nivel neto cero de emisiones incorporadas para 2050. La Iniciativa está trabajando para ampliar el esfuerzo también a otros materiales básicos, pero está empezando con el acero y el cemento, ya que son responsables de un alto porcentaje de las emisiones mundiales de GEI, y son objeto de una cantidad sustancial de adquisiciones gubernamentales.

La iniciativa se relanzó en la reunión ministerial sobre energía limpia de 2022 en Pittsburg (EE.UU.), con más países firmantes (entre ellos EE.UU.) y peticiones más específicas: los firmantes se comprometen a que, para 2030, todas las adquisiciones de materiales utilizados en todos los proyectos de construcción pública sean de bajas emisiones, y que los "proyectos emblemáticos" utilicen materiales de emisiones cercanas a cero (ONU, 2022).

A la hora de medir el carbono integrado de los materiales con bajas emisiones de carbono, los países que asuman el compromiso seguirán las orientaciones publicadas por LeadIt, el Grupo de Liderazgo para la

Transición Industrial, una colaboración público-privada mundial. Las orientaciones de LeadIt para la contratación pública ecológica describen las declaraciones medioambientales de productos específicas del sector. Se trata de declaraciones voluntarias que ofrecen información sobre los impactos medioambientales del ciclo de vida desde la extracción, el transporte y la fabricación de un producto.

2.11. Acuerdo de Asociación UE-Mercosur

Aunque no es un ejemplo convencional de mecanismo que restrinja el comercio, la imposibilidad de concluir el Acuerdo de Asociación UE-Mercosur es un ejemplo de comercio restringido por las preocupaciones sobre el cambio climático. Las negociaciones entre ambos grupos comenzaron en 1999, pero se estancaron, para reanudarse en 2016. En 2019 se alcanzó un acuerdo de principio muy anunciado, y la mayoría supuso que la ratificación y la entrada en vigor no tardarían en llegar (Economist, 2019).

En 2022, sin embargo, no se ha publicado ningún texto definitivo y el proceso parece haberse estancado de nuevo (Reuters, 2021). Si esto es cierto, representaría una pérdida significativa de liberalización del mercado para ambas regiones. La UE es el mayor socio comercial y de inversiones del Mercosur, y el Mercosur es la única región de América Latina que no está cubierta por un acuerdo comercial con la UE. En 2021, Mercosur exportó a la UE algo menos de 45.000 millones de euros en mercancías, e importó bienes por valor de 44.000 millones de euros (DG Comercio de la UE, 2022).

Si el acuerdo se ha estancado, podría decirse que parte de la causa es la preocupación de la sociedad civil de la UE porque éste supondría un mayor acceso al mercado de la carne de vacuno brasileña y, por tanto, contribuiría a aumentar la deforestación amazónica y el cambio climático (Reuters, 2021; Sharma, 2020). La exigencia negociadora de la UE a partir de 2023 es que los países del Mercosur firmen una "carta adjunta" al acuerdo de libre comercio que les comprometa con los objetivos del Acuerdo de París y con evitar la deforestación, una exigencia que por ahora está siendo rechazada (Harris & Bounds, 2023).

2.12. Un club climático

En los últimos años ha aumentado el número de llamamientos a favor de un club climático de países ambiciosos para impulsar una acción climática real (Bierbrauer et al., 2021; Falkner, 2016; Leal-Arcas & Filis, 2021; Shawkat et al., 2022; Tagliapietra & Wolff, 2021; Vangenetchen & Lehne, 2022). La mayoría de los proponentes tienen una idea diferente de lo que podría hacer un club así, de cómo podría funcionar. La propuesta original procede de Nordhaus (2015, 2020), que abogaba por un arancel exterior común sobre los bienes de los no miembros, con la ambición como condición para la adhesión. Aunque muchos consideran que esa propuesta es inviable e ilegal en el marco de la OMC, muchos otros han propuesto clubes con el ajuste del carbono en frontera como elemento común.

La reunión de jefes de Estado del G7 de 2022 produjo un compromiso para acordar un club climático que parecía centrado en la descarbonización de los sectores expuestos al comercio que consumen mucha energía (Líderes del G7, 2021). Nació de una propuesta alemana para un club climático que incluía el ajuste del carbono en frontera como elemento, y la presidencia alemana del G7 fue clave para que se acordara ese compromiso. Pero la propuesta final del G7 no mencionaba explícitamente el ajuste del carbono en frontera, sólo se refería de forma más general a "contrarrestar las fugas de carbono a nivel internacional". La Presidencia alemana de diciembre de 2022 elaboró un mandato acordado para el club del clima, en un esfuerzo por hacer avanzar la iniciativa.

La presidencia del G7 en 2023 ha pasado a Japón, que nunca fue partidario de la propuesta de los clubes de carbono, así que está por verse qué ocurre con ese compromiso.

2.13. La ley US FOREST de 2021

Aunque las iniciativas en Estados Unidos no están tan avanzadas como las de la UE o el Reino Unido, parecen seguir una trayectoria similar. Un ejemplo es la Ley FOREST de 2021, presentada al Congreso en octubre de 2021 (Schatz, 2021) para restringir la entrada en EE.UU. de mercancías cubiertas si se considera que son producto de la deforestación ilegal.

Todas las importaciones cubiertas -incluyendo inicialmente el aceite de palma, la soja, el cacao, el ganado, el caucho y la pulpa de madera, así como algunos de sus productos derivados- tendrían que ir acompañadas de una declaración de diligencia debida. En los países que carezcan de una protección adecuada y eficaz contra la deforestación ilegal causada por la producción de las materias primas susceptibles de entrar en Estados Unidos (según certifique el Representante de Comercio de EE.UU.), habría una obligación adicional. Los importadores tendrían que presentar documentación que muestre los puntos de origen precisos de las mercancías y de todos los insumos, junto con un testimonio sobre las medidas adoptadas para garantizar que se ha mitigado el riesgo de abastecimiento procedente de tierras deforestadas ilegalmente. Además, para cada uno de esos países, el USTR crearía eventualmente un plan de acción de puntos de referencia legales y reglamentarios que, si se alcanzan, permitirían eliminar a los exportadores del país de la obligación adicional de informar.

Parece poco probable que la Ley FOREST se apruebe en EE.UU. - está estancada en el Comité de Finanzas del Senado desde su presentación. Pero iniciativas similares podrían acabar dando lugar a una ley en este ámbito, sobre todo siguiendo el ejemplo marcado por el Reglamento de la UE sobre productos libres de deforestación.

2.14. Medidas comerciales del sector privado relacionadas con el clima

Un número cada vez mayor de actores del sector privado están imponiendo exigencias a los proveedores, basadas en sus planes para descarbonizar las emisiones de alcance 1 y 2 (véase el recuadro), incluidas las emisiones incorporadas de la parte superior de la cadena de valor. Como ya se ha señalado, más de 944 grandes empresas tienen objetivos de emisiones netas cero (Net Zero Tracker, 2023).

El resultado, por ahora, es la creación de nichos de mercado para bienes con bajo contenido de carbono integrado, en los que los compradores organizan contratos de suministro específicos o acuerdos de compra que especifican un bajo contenido de carbono integrado. A largo plazo, algunos mercados pueden llegar a estar dominados por bienes que cumplan las normas de bajo contenido en carbono establecidas por los compradores. El mercado del cacao es un ejemplo; dado el reducido número de compradores mundiales, y sus respectivos compromisos, algunos prevén un mercado mundial que será cada vez más difícil de disputar para los productores que no sigan las normas voluntarias de sostenibilidad (Cosbey, 2015).

Los diferentes alcances de las emisiones de GEI

Las emisiones de **Alcance 1**, también conocidas como **emisiones directas**, son las emisiones de GEI procedentes de fuentes controladas por el productor y en su propio emplazamiento - normalmente se trata de emisiones de procesos y emisiones procedentes de la combustión de combustibles.

Las emisiones de **alcance 2** son una forma de emisiones indirectas: las resultantes de la producción de electricidad, vapor o calor adquiridos.

Las emisiones de **alcance 3** son todas las demás formas de emisiones indirectas. Las principales fuentes son las emisiones integradas en los bienes de entrada (intermedios) adquiridos, las emisiones en el transporte de bienes al mercado y las emisiones derivadas del uso final y la eliminación de bienes.

Un estudio completo de las medidas existentes de este tipo iría más allá del alcance de este documento. Lo que sigue es una muestra de algunos de los contratos y acuerdos de compra recientes más destacados que se condicionan a un bajo nivel de carbono integrado.

- Tesla negoció en 2022 tres contratos a largo plazo con empresas mineras de níquel para que le suministraran níquel de clase 1 bajo en carbono para las baterías de los VE, incluido un acuerdo con BHP Billiton y su planta Nickel West en Australia, y con Vale Canada y sus operaciones canadienses en Ontario y Terranova y Labrador (TeslaNorth, 2021; Vale, 2022). En acuerdos similares, BHP Billiton suministrará níquel bajo en carbono a Ford y Toyota (Cridler, 2022; Reuters, 2021b).
- También en busca de materiales bajos en carbono (y éticos) para las baterías de los VE, BMW firmó en 2020 un contrato de cinco años por valor de 100 millones de euros para adquirir cobalto a la minera marroquí Managem Group (Holman, 2020) y el gigante minero Glencore firmó un acuerdo para suministrar hasta 1.500 toneladas de cobalto bajo en carbono de origen sostenible al fabricante noruego de baterías FREYR (FREYR, 2021). El fabricante líder de automóviles y baterías Stellantis ha firmado un acuerdo de suministro de litio bajo en carbono por diez años con el productor californiano Controlled Thermal Resources Ltd. (Kakade, 2022).
- Apple se ha comprometido a conseguir una cadena de suministro neta cero para 2030, y el 75% de ese esfuerzo procederá de la reducción de emisiones a lo largo de la cadena de suministro (Apple, 2020). Entre otras cosas, Apple planea abastecerse de aluminio bajo en carbono para su línea MacBook Pro, y se ha asociado con Alcoa y Río Tinto para ayudar a comercializar nuevos procesos de producción bajos en carbono (Apple, 2018).
- Midrex, filial de Kobe steel especializada en tecnología de hierro de reducción directa, se ha asociado con H2 Green Steel para construir una instalación pionera de producción de hierro de reducción directa a base de hidrógeno, que reducirá casi por completo las emisiones de carbono.

Kobe steel y H2 Green Steel están negociando actualmente un acuerdo de suministro de productos de mineral de hierro con bajas emisiones de carbono (H2 Green Steel, 2022).

- El gigante de los productos de consumo Unilever se ha comprometido a mantener una cadena de suministro de aceite de palma libre de deforestación, con casi el 90% del suministro procedente de fuentes certificadas como la Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO) en 2021 (Unilever, s.f.). Procter & Gamble ha asumido compromisos similares, con el 100% de su aceite de palma de origen certificado por la RSPO en 2021 (Procter & Gamble, s.f.).

Estas iniciativas, aunque están impulsadas en última instancia por los consumidores finales, se aplican a productos básicos que están relativamente alejados de esos consumidores en la cadena de valor. Esta tendencia, que sólo tiene unos pocos años, difiere de las tendencias más antiguas de las normas voluntarias de sostenibilidad, que adoptan los compradores de bienes agrícolas en cadenas de suministro cortas como el café, el cacao, los plátanos y el té (Voora et al., 2022). En parte está impulsada por los compradores que, en última instancia, fabrican bienes medioambientales como vehículos eléctricos y biocombustibles, para los que los impactos de todo el ciclo de vida de los componentes serán una preocupación para los consumidores finales. La tendencia es relativamente nueva porque los mercados a escala para tales bienes también lo son. A medida que más bienes de este tipo entren en el mercado, cabe esperar que estas tendencias se intensifiquen.

La otra fuerza impulsora, subyacente en última instancia a las demandas de los consumidores en este espacio, es simplemente una mayor preocupación por el cambio climático, y un mayor deseo de utilizar las opciones de compra personales para influir en el cambio. Es probable que esta preocupación también se intensifique a medida que los efectos del cambio climático se hagan más visibles.

2.15. Conclusiones

El estudio de iniciativas anterior ofrece tres perspectivas relevantes para el tema de este informe. En primer lugar, muestra que las medidas comerciales con bajas emisiones de carbono y las demandas de los compradores abarcan un conjunto pequeño pero significativo de productos:

- Metales básicos como hierro y acero, aluminio, cobalto
- Sectores intensivos en energía como el hierro y el acero, el aluminio, el cemento, los fertilizantes, los productos químicos orgánicos, los plásticos
- Combustibles fósiles
- Bienes agrícolas como materia prima para biocombustibles, o como responsables de la deforestación
- Productos forestales
- Materiales de construcción como el hormigón y el acero

En segundo lugar, muestra que, por el momento, las medidas comerciales relacionadas con el clima impulsadas por los gobiernos están siendo aplicadas sobre todo por un pequeño número de países de renta alta. Las medidas catalogadas en la Tabla 2.1 están siendo aplicadas o consideradas por la UE (6 medidas), EE.UU. (4), Reino Unido (2), Canadá (2), Japón (1) y el G7 (1). Se trata de un grupo selecto de países, pero eso no resta importancia a las medidas comerciales relacionadas con el clima que puedan adoptar; dejando de lado al G7, esos países representan más de la mitad de las importaciones mundiales de mercancías (base de datos Comtrade de la ONU, datos de 2019).

En tercer lugar, este tipo de medidas comerciales y demandas de los compradores son un fenómeno relativamente reciente.⁹ Casi todos los ejemplos citados anteriormente tienen menos de tres años. Dado que están impulsados por la preocupación por el cambio climático, y que esa preocupación se está intensificando, podemos esperar ver un aumento de la frecuencia y el alcance de las medidas que tienen en cuenta el carbono incorporado en los bienes comercializados internacionalmente. El resultado será un mayor número de tipos de bienes cubiertos y una mayor cuota de mercado para esos bienes.

3. La vulnerabilidad de las exportaciones de mercancías de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú

Existe una creciente literatura sobre los impactos comerciales de las medidas comerciales relacionadas con el clima (Siy et al., 2023). Dichas medidas implican un mayor riesgo para los exportadores de bienes intensivos en carbono. En el conjunto de América Latina y el Caribe, se calcula que la producción destinada a la exportación representa entre el 20 y el 27 por ciento de las emisiones de la región (Dolabella & Mesquita Moreira, 2022) y ha aumentado en términos absolutos casi cuatro veces entre 1990 y 2014, principalmente debido al aumento de la escala de producción (Li, 2021).

Para evaluar la vulnerabilidad de las exportaciones de mercancías a las tendencias crecientes del comercio restringido por el carbono, necesitamos saber al menos lo siguiente sobre los flujos de exportación de esos cuatro países:

- **Valor de las exportaciones:** ¿cuáles son las categorías de bienes exportados más importantes, por valor?
- **Intensidad de GEI de las exportaciones:** ¿Qué importancia tiene el carbono incorporado en esas exportaciones principales?
- **Riesgo de mercado:** ¿Cuáles son los destinos más importantes de las principales exportaciones? ¿Es probable que esos destinos introduzcan medidas comerciales relacionadas con el clima?

Otros han realizado trabajos similares, por ejemplo al evaluar la exposición relativa de los países a una pérdida de competitividad como resultado de la CBAM (Maliszewska et al., 2023). El presente análisis es original en dos aspectos. En primer lugar, trata de evaluar la vulnerabilidad a algo más que un único instrumento como la CBAM, sino al conjunto más amplio de medidas comerciales relacionadas con el clima estudiadas anteriormente. En segundo lugar, incorpora algo más que el volumen de comercio y la intensidad de GEI como elementos de vulnerabilidad; también incluye una evaluación del riesgo de mercado basada en los países hacia los que fluyen las exportaciones.

También podrían considerarse otros elementos de vulnerabilidad en un análisis ampliado. Eicke et al. (2021), por ejemplo, al construir un índice de vulnerabilidad a nivel nacional frente a la CBAM de la UE, consideran la capacidad estadística a nivel nacional como un indicador indirecto de la capacidad de las empresas de ese país para cumplir con los onerosos requisitos de medición y notificación que impone la CBAM. Las tres variables descritas anteriormente se utilizan aquí porque son lo suficientemente generales

⁹ La excepción es un aluvión de planes de huella de carbono de productos, centrados principalmente en los productos alimentarios, que se lanzaron a principios de la década de 2010. Encabezadas en su mayoría por minoristas, estas iniciativas perdieron impulso rápidamente al hacerse evidente que los consumidores no estaban muy influidos por ellas, y que era técnicamente difícil determinar con precisión el carbono incorporado en productos específicos (Coley et al., 2011; Kemp et al., 2010).

como para ser relevantes para distintos tipos de medidas comerciales relacionadas con el clima. A continuación, se analiza cada una por separado, seguida de una síntesis que las reúne para evaluar la vulnerabilidad.

3.1. Valor de las principales exportaciones de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú

Las tablas 3.1 - 3.4 muestran las principales exportaciones de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Con el fin de captar el detalle granular, éstas se evaluaron a nivel de códigos de 4 dígitos del SA, con un nivel de corte *de minimus* de 10 millones de USD (cifras de 2019).¹⁰ A continuación, los distintos sectores de 4 dígitos se agruparon según clasificaciones de 2 dígitos, cuyas descripciones simplificadas se muestran en las tablas siguientes. A nivel de 2 dígitos, el análisis se simplificó de nuevo con un punto de corte: sólo se consideraron los sectores de 2 dígitos cuyos valores comerciales agregados de 4 dígitos equivalían al 1% de las exportaciones de mercancías o más.¹¹

Las exportaciones están dominadas, con algunas excepciones notables, por las extractivas -minería, petróleo y gas- y, en menor medida, por los bienes agrícolas. Sólo en Colombia los productos manufacturados son sectores importantes, como los automóviles, los plásticos y el acero, pero el petróleo sigue dominando con un 40% de las exportaciones totales en valor. El petróleo y el gas figuran como sectores exportadores importantes en los cuatro países, representando el 39% y el 31% de las exportaciones totales en Ecuador y Bolivia respectivamente, donde son los sectores más exportadores en valor, y el 6,5% en Perú, donde ocupan el tercer lugar. Los productos de la minería figuran en todos los países menos en Ecuador, incluido el oro de Bolivia, Perú y Colombia (con un 20%, 15% y 4% de las exportaciones respectivamente), así como los minerales metálicos como el cobre y el zinc de Perú y Bolivia (con un 37% y 23% de las exportaciones respectivamente), el estaño de Bolivia y el carbón de Colombia. Todos los países cuentan con algún tipo de producto agrícola entre sus cuatro sectores principales.

Figura 3.1: Exportaciones de Bolivia

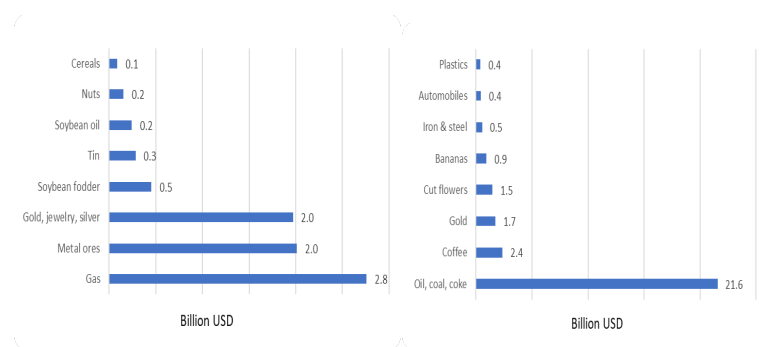
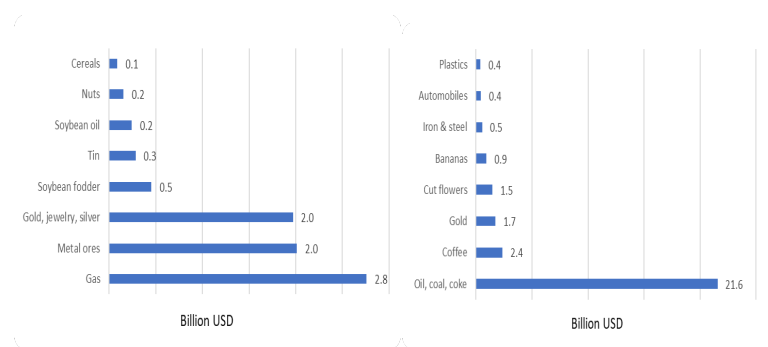
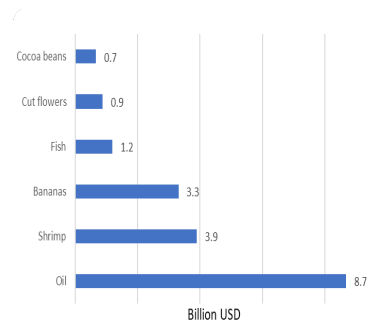
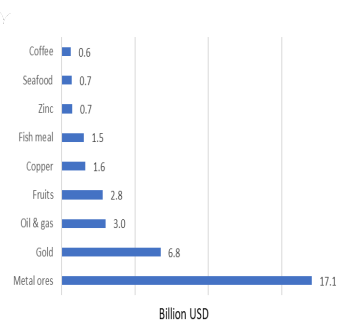


Figura 3.2: Exportaciones de Colombia



¹⁰ El corte de 10 millones de USD no es excesivamente restrictivo como filtro para las principales exportaciones, y un valor inferior no habría cambiado los resultados de forma significativa. Para Colombia, dejó 198 sectores de 4 dígitos por considerar y excluyó el 0,9% del comercio total de mercancías. El más restringido fue Bolivia, que tiene un flujo de exportaciones mucho menos diversificado, y para el que se cubrieron 37 sectores y se excluyó el 1,73% del comercio total de mercancías.

¹¹ El corte del 1% no fue excesivamente restrictivo como filtro para las principales exportaciones, lo que dio como resultado la cobertura de una gama que va del 89,3% del comercio total de mercancías (Bolivia) al 74,6% del comercio total de mercancías (Colombia).

Figura 3.3: Exportaciones de Ecuador**Figura 3.4: Exportaciones de Perú**

Fuente: Base de datos Comtrade de la ONU

3.2. Intensidad de GEI de las exportaciones

Pocas bases de datos presentan la intensidad de GEI de la producción a nivel de producto. La base de datos EORA Multi-Regional Input-Output sí dispone de intensidades de GEI, incluyendo el alcance 1, 2 y 3, a nivel sectorial, pero su desagregación se limita a sólo 26 sectores (Lenzen et al., 2013). La base de datos de la OCDE sobre las emisiones de dióxido de carbono incorporadas al comercio internacional también es un recurso útil, pero sólo recoge las emisiones procedentes de la combustión de combustibles, dejando fuera las emisiones de procesos que son especialmente significativas en sectores como el acero y el cemento (OCDE, s.f.). El Catálogo de Carbono del Carbon Disclosure Project enumera las huellas de carbono de 866 productos de 8 sectores industriales, pero algunos sectores clave no están cubiertos, y se basa en informes voluntarios, por lo que puede estar sesgado como representación de todos los productores (Meinrenken et al., 2022).

Para superar las deficiencias de los datos existentes, el método adoptado en este estudio, y que se describe a continuación, parte de las tablas de insumo-producto a nivel nacional, que están relativamente desglosadas (en distintos grados según el país), y de los informes periódicos sobre GEI a nivel nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático¹². Para cada país mapeamos los distintos bienes de exportación de interés en las actividades cubiertas por los informes de GEI para hallar las emisiones totales del sector. Esto supuso un mapeo manual necesariamente inexacto, que iba desde las categorías amplias detalladas en las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático hasta las actividades más específicas descritas en las tablas de insumo-producto, pasando por los bienes de interés altamente específicos clasificados en categorías del Sistema Armonizado (véase el Anexo B).

Este cálculo nos da las emisiones directas (o de alcance 1) para cada categoría de bienes. Las emisiones de alcance 2 -las generadas por la electricidad, el calor o el vapor adquiridos- se calculan directamente a partir de las tablas de insumo-producto, que dan la cantidad de electricidad necesaria para producir cada

¹² Para conocer el método utilizado en los informes nacionales, véase (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2019). Para consultar un repositorio de los informes nacionales de los países en desarrollo presentados a la CMNUCC, véase <https://unfccc.int/BURs>.

unidad de bienes, y por la intensidad de las emisiones de la electricidad, tal y como se especifica en los informes del inventario nacional de GEI.¹³

Las emisiones de alcance 3 son todas las demás emisiones indirectas. Nos centramos sólo en un elemento de las emisiones de alcance 3 -el atribuible a los insumos, usando las tablas de insumo-producto, que nos dan el valor de todos los insumos a un producto final, y por las intensidades de GEI previamente calculadas de esos insumos. Otras emisiones de alcance 3, como las emisiones derivadas del transporte de los bienes al mercado, o del uso de bienes aguas abajo de las exportaciones (por ejemplo, quemar gasolina en los coches), no se contabilizan en nuestros cálculos. Estos elementos suelen interesar menos a los importadores que imponen medidas comerciales relacionadas con el clima.

En el caso de cada país concreto, señalamos a continuación las particularidades de los cálculos. De entrada, tenemos que señalar que no fue posible aplicar este método con un grado adecuado de credibilidad con los datos disponibles de Bolivia, para el que los datos públicos más recientes sobre bienes que pudimos encontrar están contenidos en una tabla de oferta-utilización relativamente agregada (35x35) de 2014, calibrada sobre datos de 1990 (Instituto Nacional de Estadística, 2014). Como resultado, no fue posible realizar estimaciones de la intensidad de GEI para Bolivia.

Los resultados deben interpretarse como ilustrativos y no como determinantes. Se aplican una serie de advertencias relacionadas con los datos utilizados y las conversiones de actividades a bienes, como se explica en el Anexo B. Una limitación clave es el hecho de que los datos sobre emisiones -y en menor medida las clasificaciones de insumo-producto- están muy agregados. Así, por ejemplo, muchos tipos específicos de bienes agrícolas se agruparán en ambos conjuntos de cuentas, lo que significa que se les asigna la misma intensidad de GEI, aunque sería poco probable que las cifras fueran de hecho idénticas en los distintos cultivos.

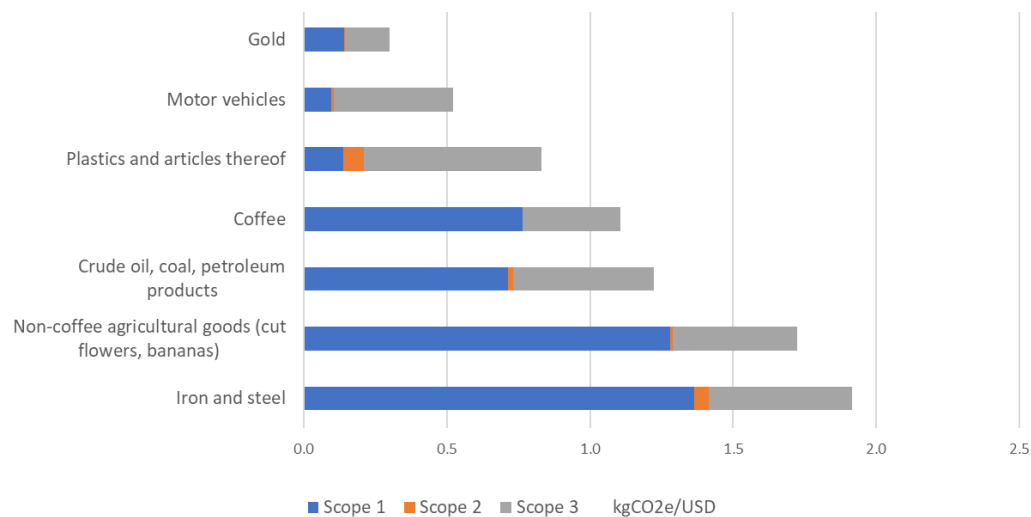
Colombia

Los datos colombianos comienzan con el informe bienal de actualización 3rd de Colombia a la CMNUCC, que contiene su informe de inventario nacional (Colombia, 2022) y muestra los datos de emisiones de 2018. También utiliza una tabla de entradas y salidas 68x68 de 2017 que utiliza la clasificación de bienes CIIU rev 4 (Colombia, 2017).

Los resultados se muestran en la figura 3.5. Las exportaciones con mayor intensidad de GEI son la siderurgia, los productos agrícolas cafeteros y no cafeteros y la producción de combustibles fósiles. Las emisiones de alcance 1 del hierro y el acero corresponden casi en su totalidad (90%) a las emisiones de proceso del sector. Las emisiones de alcance 3 del hierro y el acero están ligadas en un 26% a los insumos de chatarra de acero y en un 24% a la extracción de mineral de hierro. Las elevadas emisiones de alcance 1 para el cultivo de café y no café proceden en su mayoría del óxido nitroso, resultado de la aplicación de fertilizantes. Las emisiones directas e indirectas de óxido nitroso representan el 62% de las emisiones de alcance 1 para el primero y el 93% para el segundo.

¹³ Las emisiones totales de alcance 2 también incluirían las emisiones procedentes de la compra de calor y vapor, pero éstas suelen ser una parte menor de las emisiones de alcance 2 y no se estiman aquí.

Figura 3.5: Intensidad de GEI de las principales exportaciones colombianas



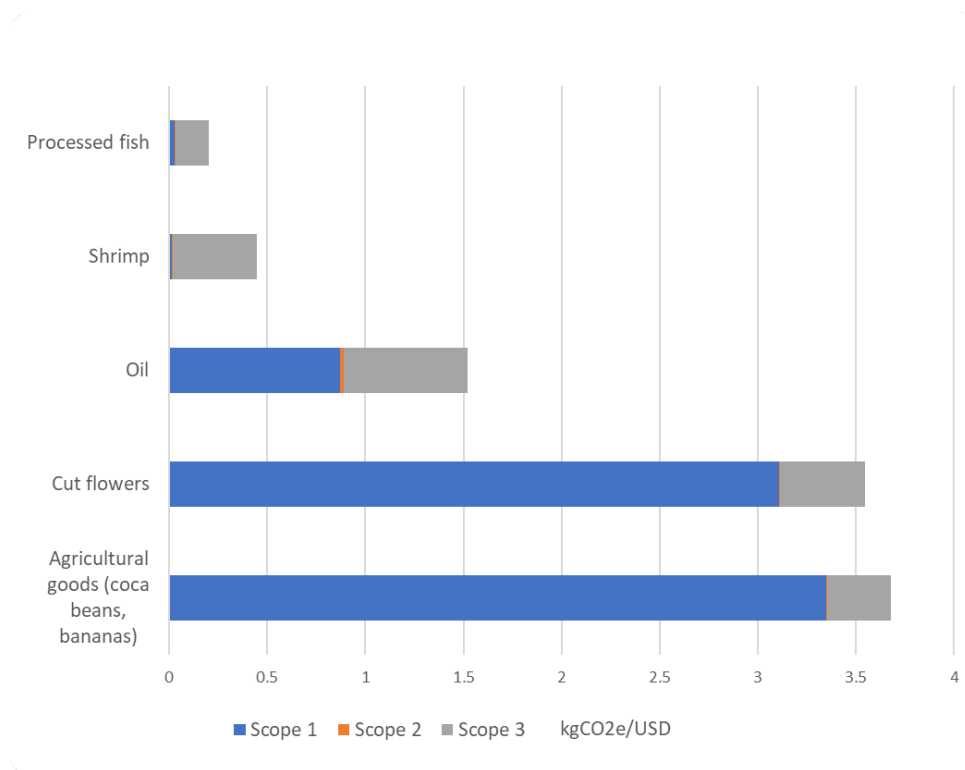
Fuente: Cálculos del autor

Las emisiones de alcance 3 son significativas en el caso de los plásticos. El mayor componente de esas emisiones, con un 19%, es la industria del plástico ascendente, que produce plásticos básicos que luego se transforman en bienes de consumo. El siguiente elemento más elevado, con un 18%, son las emisiones incorporadas en los insumos procedentes de la electricidad necesaria para producirlos. Las emisiones de alcance 3 en la extracción y producción de combustibles fósiles se dan predominantemente en el transporte por tuberías (44%) y en los materiales de entrada para el refinado (28%). La fabricación de automóviles muestra una intensidad de GEI moderada porque los automóviles tienen un valor añadido significativo en relación con sus emisiones incorporadas, al ser bienes manufacturados complejos.

Ecuador

Los datos ecuatorianos parten del segundo informe bienal de actualización de Ecuador a la CMNUCC (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2002) con datos de emisiones de GEI de 2018. Utilizamos una tabla de oferta-utilización de 2020 (69x69) utilizando la nomenclatura CIU para las actividades (Banco Central de Ecuador, 2020).

Figura 3.6: Intensidad de GEI de las principales exportaciones de Ecuador



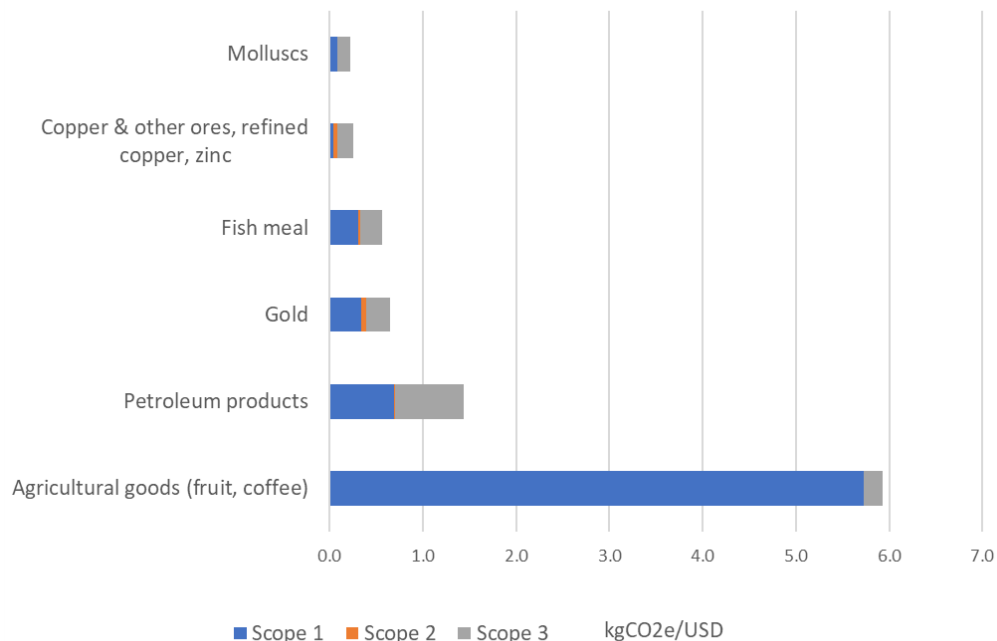
Fuente: Cálculos del autor

Los resultados se muestran en la figura 3.6. Los productos agrícolas -el cacao, los plátanos- y las flores cortadas muestran unas emisiones directas relativamente elevadas, de las que aproximadamente el 87% se deben a las emisiones resultantes de las tierras convertidas para el cultivo. Es imposible saber con certeza si esta atribución es justa, basándose en los datos disponibles. Dentro de la producción agrícola, es posible que las emisiones de la conversión se centren de hecho en modos de cultivo distintos a éstos, en lugar de -como se supone aquí- repartirse uniformemente entre todas las actividades de cultivo. No obstante, lo que sí puede afirmarse con certeza es que la conversión de tierras en Ecuador genera importantes emisiones incorporadas en sus productos agrícolas. Las emisiones de alcance 3 son especialmente elevadas en el caso de la producción de camarones. Aproximadamente la mitad de esas emisiones están incorporadas en los piensos.

Perú

Para Perú, la tabla input-output más reciente disponible públicamente es de 2007 (101x101), lo que es menos que ideal. Sin embargo, existe una tabla oferta-utilización más reciente que incluye 365 productos y 101 sectores (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021). Adaptamos esta tabla, utilizando una concordancia para colapsar los 365 productos en 101 sectores y creando de hecho una tabla de insumo-producto. Los datos de emisiones de GEI proceden del Informe del Inventario Nacional de Perú de 2021 (datos de 2016) (Ministerio de Ambiente, 2021). Los resultados se muestran en la Figura 3.7.

Figura 3.7.: Intensidad de GEI de las principales exportaciones de Perú



Fuente: Cálculos del autor

La fruta y el café muestran una intensidad de GEI muy elevada, siendo los productos petrolíferos el único otro sector de exportación cubierto relativamente intenso en GEI. La mayor parte de las emisiones agrícolas son producto del cambio en el uso de la tierra, con un 48% de emisiones de tierras de cultivo y un 39% de emisiones de pastizales.

Para repetir las advertencias explicadas anteriormente, los resultados presentados aquí se basan en la agregación de categorías en los datos existentes que no pueden distinguir entre la intensidad de GEI de tipos específicos de producción de cultivos. Por ello, algunos cultivos parecerán más intensivos en GEI de lo que son en realidad, y otros lo parecerán menos. En los datos colombianos, que disponen de estadísticas específicas para el café, la producción de café parece mucho menos intensa en GEI que la mostrada aquí para Perú, y es posible que las estimaciones peruanas sean elevadas, aunque la expansión de la producción de café es una de las principales fuentes de deforestación en la Amazonia peruana (Grupo del Banco Mundial, 2022).

3.3 Riesgo de mercado: Exposición a medidas comerciales

El tercer componente de la vulnerabilidad de las exportaciones de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú es el riesgo de que los países a los que se envían dichas exportaciones promulguen medidas comerciales relacionadas con el clima. Basándonos en el estudio de las iniciativas existentes y pendientes de la sección 2, sabemos que algunos países tienen más probabilidades que otros de aplicar medidas comerciales

relacionadas con el clima: los países de ingresos altos que han adoptado políticas ambiciosas en materia de cambio climático.¹⁴

A continuación, los principales flujos de exportación de los cuatro países se clasifican según un índice de exposición al mercado basado en políticas climáticas. El índice califica el riesgo de que los destinos y volúmenes de exportación de un sector lo dejen expuesto a posibles medidas comerciales relacionadas con el clima.

Para determinar ese riesgo se utilizan tres características de los países de destino de las exportaciones: nivel de renta, ambición climática y propensión demostrada a considerar medidas comerciales relacionadas con el clima. Se da la misma ponderación a cada característica. Para cada sector de nivel de 2 dígitos, la puntuación final es un producto ponderado por el comercio de las puntuaciones de los 5 principales países de destino de las exportaciones.

Para el nivel de renta de los destinos de exportación, asignamos una **puntuación de renta** basada en el sistema de clasificación de países del Banco Mundial (Banco Mundial, 2023): **1** para renta alta, **2/3** para renta media-alta, **1/3** para renta media-baja y **0** para renta baja.

Para la ambición climática de los destinos de exportación, utilizamos la clasificación a nivel nacional asignada por un ejercicio de calificación independiente que evalúa la ambición climática (Climate Action Tracker, s.f.). El *tracker* califica varios aspectos de la ambición climática de cada país, de los cuales este análisis utiliza la calificación para "políticas y acción". Los países reciben una **puntuación del Climate Action Tracker** (Rastreador de la Acción Climática) de la siguiente manera: **1** - Compatible con el Acuerdo de París; **4/5** - Casi suficiente; **3/5** - Insuficiente; **2/5** - Muy insuficiente; **1/5** - Críticamente insuficiente.

Para conocer la propensión de los países de destino de las exportaciones a promulgar medidas comerciales relacionadas con el clima, nos remitimos al estudio de medidas descrito en la sección 2. A los países de destino se les asigna una **puntuación de riesgo país** de 0 a 2, como sigue: **1** - Ha impuesto o propuesto una o más de las medidas comerciales relacionadas con el clima encuestadas en la sección 2 (UE-27, Reino Unido, EE.UU., Canadá); **1/2** - Ha anunciado que estudiará la imposición de una o más de las medidas comerciales relacionadas con el clima encuestadas en la sección 2 (Australia, Japón); **0** - Ninguna de las anteriores.

El índice de exposición al mercado basado en el clima se calcula entonces para un sector *j* **determinado** como la suma de:

$$100 * (I_i + CR_i + CAT_i) / 3 \times \text{valor} / \text{valor}_{ij}$$

Dónde:

- *i* son los 5 principales países de destino de las exportaciones del sector *j*
- I_i es la puntuación de la renta del país *i*
- CR_i es la puntuación del riesgo país para el país *i*

¹⁴ Nuestro análisis de la vulnerabilidad sólo tiene en cuenta las medidas adoptadas por los países, aunque las medidas del sector privado también son importantes para algunos sectores. Estaría fuera del alcance de este documento rastrear las exportaciones de Bolivia, Ecuador, Colombia y Perú hasta los compradores específicos, y evaluar la probabilidad de que cada comprador exija productos bajos en carbono.

- CAT_i es la puntuación del *Climate Action Tracker* para el país i
- $Valor_{ij}$ es el valor de las exportaciones al país i en el sector j
- $Valor_j$ es el valor total de las exportaciones del sector j a los 5 principales países de destino de las exportaciones

Así, el índice va de 0 (ninguna exposición) a 100 (máxima exposición).

En los casos en que el *Climate Action Tracker* no dispone de datos para un determinado país de destino de las exportaciones, el índice de exposición al mercado basado en el clima se elabora simplemente utilizando las puntuaciones de Ingresos y Riesgo País.¹⁵

Los resultados se muestran en la Tabla 3.1. Los resultados detallados se adjuntan en el Anexo C. Algunos perfiles de exportación son más vulnerables que otros a las medidas comerciales relacionadas con el clima. Los principales destinos de exportación del plátano de Colombia, por ejemplo, lo dejan mucho más expuesto que el perfil de exportación de Ecuador en el mismo sector.

Tabla 3.1: Índice de exposición de Mercado basado en el clima, principales exportaciones (de 0 - sin exposición, a 100 - máxima exposición)

Bolivia	
Estaño	87
Nueces	66
Cereales	59
Minerales metálicos	51
Oro, joyas, plata	46
Gas	42
Aceite de soja	40
Forraje de soja	39
Colombia	
Flores cortadas	77
Plátanos	70
Oro	56

¹⁵ Los siguientes destinos de exportación no tienen calificación en el Climate Action Tracker: Bolivia, China Hong Kong RAE, Ecuador, Guatemala, Haití, Malasia, Myanmar, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Santa Lucía. Asignar a estos países puntuaciones basadas únicamente en los ingresos y en las puntuaciones de riesgo país puede afectar a las puntuaciones de exposición en aquellos sectores para los que reciben importaciones significativas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Sólo en 5 de los 33 sectores considerados, dichas exportaciones constituyen el 10% o más del flujo de exportación a nivel de 2 dígitos: Perú, aceite y harina de pescado; Bolivia, aceite de soja; Ecuador y Colombia, aceite. Para ilustrar la sensibilidad, tomemos el caso más significativo: Las exportaciones bolivianas de aceite de soja a Ecuador, con un 35% del total de las exportaciones de ese sector. Asumir generosamente una puntuación de acción climática ambiciosa para Ecuador de 4 (igual a la puntuación de la UE) aumentaría el índice de exposición para ese sector en un 12,5%. Se trata de la mayor distorsión posible; en todos los demás casos, el potencial máximo sería inferior, ya que la cuota media de las exportaciones sectoriales en los 4 casos significativos restantes es muy inferior al 35%, con un 15%.

Café	62
Hierro y acero	42
Petróleo crudo, carbón productos petrolíferos	46
Plásticos	31
Vehículos de motor	31
Ecuador	
Gambas	57
Flores cortadas	59
Aceite	64
Gambas	47
Cacao	45
Plátanos	30
Perú	
Fruta	68
Café	60
Oro	55
Cobre refinado	47
Moluscos	46
Mineral de cobre, otros minerales	39
Harina de pescado	39
Zinc	35
Petróleo refinado, gas natural	35

Fuente: Cálculos del autor

3.4. Vulnerabilidad de las exportaciones de mercancías a las medidas comerciales relacionadas con el clima

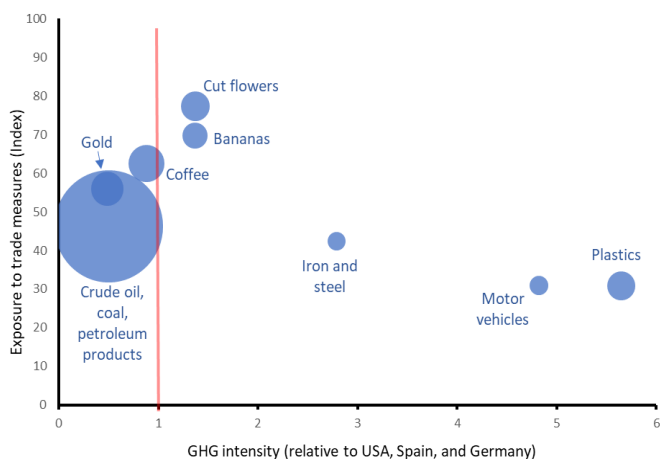
La vulnerabilidad implica todas las variables consideradas anteriormente: la exposición -que es una función del riesgo del mercado de exportación y del tamaño de los flujos de exportación- y la intensidad de GEI de la producción. Las exportaciones más vulnerables son las que están expuestas, debido a los altos volúmenes de comercio destinados a países propensos a aplicar medidas comerciales relacionadas con el clima, y que tienen las altas intensidades de GEI que las harían menos competitivas si se promulgaran dichas medidas.

Las figuras 3.8 - 3.10 muestran la vulnerabilidad en una única representación gráfica. Los sectores situados en los cuadrantes superiores derechos son más vulnerables que los situados en los inferiores izquierdos. El eje vertical es el índice de exposición del mercado relacionado con el clima, y el eje horizontal es la relación entre la intensidad de GEI y la media de las intensidades de GEI de la producción en EE.UU.,

España y Alemania. Esa media se utiliza como referencia mundial para los países que podrían estar considerando medidas comerciales relacionadas con el clima.¹⁶

En Colombia, por ejemplo, los plásticos destacan por ser más de cinco veces más intensivos en GEI que la intensidad media de GEI de la producción en EE.UU., Alemania y España. Pero, como muestra el tamaño de la burbuja, los valores totales de exportación son bastante reducidos. Además, la vulnerabilidad de las exportaciones es bastante baja, ya que de los cinco principales destinos de exportación sólo uno (EE.UU.) está considerado para aplicar medidas comerciales relacionadas con el clima, y sólo uno (Perú) está clasificado como "casi suficiente" en términos de ambición climática. El sector de los vehículos de motor se encuentra en una situación similar: aunque las emisiones son relativamente altas, los tres principales destinos de exportación -por orden, Ecuador, México y Argentina- no están clasificados como probables, en general, para promulgar medidas comerciales relacionadas con el clima.

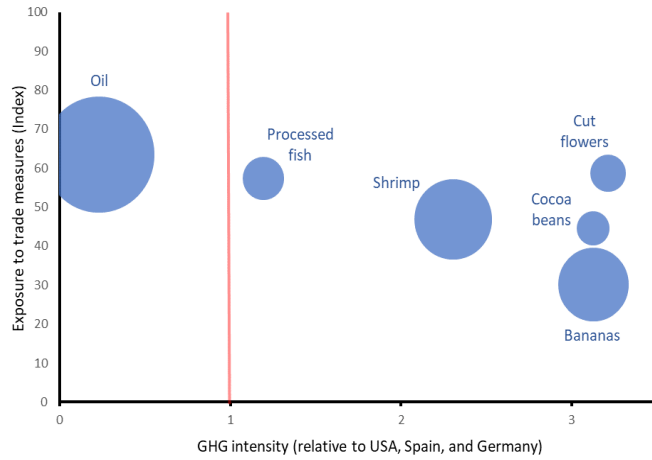
Figura 3.8: Vulnerabilidad de las exportaciones, Colombia



De Ecuador, las flores cortadas, las habas de cacao y las gambas son algo vulnerables. Todos tienen intensidades de GEI entre 2 y 3 veces superiores a los valores de referencia, y la vulnerabilidad de las exportaciones es moderadamente alta. El camarón es un sector de exportación importante, y entre los cinco principales destinos de exportación se encuentran varios países propensos a utilizar medidas comerciales relacionadas con el clima: EE.UU., España y Francia. Pero China es el mayor mercado, con más de la mitad de las exportaciones, y deprime la clasificación de vulnerabilidad ponderada por el comercio. Las flores cortadas son aún más vulnerables en términos de mercados de exportación, ya que entre los cinco principales destinos se encuentran EE.UU., Países Bajos, Italia y España, y con una intensidad de GEI más de tres veces superior a la de referencia. El factor de exposición de las habas de cacao es moderadamente alto, con exportaciones importantes a EE.UU. y los Países Bajos.

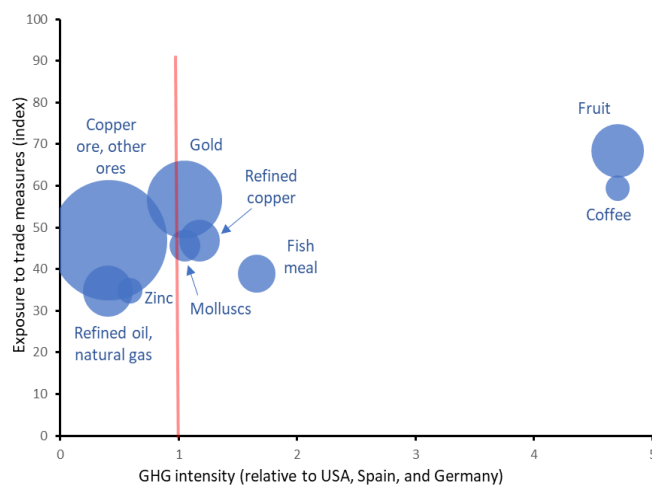
¹⁶ Encontrar un punto de referencia apropiado fue todo un reto. Lo ideal sería un país o grupo de países con patrones de producción similares y que probablemente adopten medidas comerciales relacionadas con el clima. En última instancia, los países que satisfacen el segundo criterio no suelen satisfacer el primero; la UE, por ejemplo, no cultiva plátanos ni cacao. Los tres países elegidos satisfacen todos el segundo criterio -es probable que adopten medidas comerciales relacionadas con el clima- y tienen una buena mezcla de producción industrial y agrícola, aunque la agricultura en cuestión sea bastante diferente de la de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú.

Figura 3.9: Vulnerabilidad de las exportaciones, Ecuador



Las exportaciones agrícolas de Perú, incluidas las frutas y el café, parecen especialmente vulnerables. Muestran una intensidad de emisiones de GEI casi cinco veces superior al nivel de referencia (aunque se aplican las advertencias anteriores sobre la atribución). Y se exportan a países que probablemente impondrán algún tipo de medidas comerciales relacionadas con el clima. Los cinco principales destinos de exportación del café peruano son EE.UU., Alemania, Bélgica, Suecia y Canadá. Los patrones de exportación para la fruta son similares, excepto con la adición de China como quinto mayor importador. Las intensidades de GEI de todos los demás sectores principales se acercan a los valores de referencia, lo que significa una baja vulnerabilidad.

Figura 3.10: Vulnerabilidad de las exportaciones, Perú



Notas sobre las figuras 3.8 - 3.10: El tamaño de las burbujas corresponde al valor de los flujos de exportación de ese sector. La intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero incluye las emisiones de alcance 1, 2 y las emisiones de alcance 3 anteriores (insumos). Los sectores de 2 dígitos incluidos se determinaron sumando todos los subsectores de 4 dígitos con un valor superior a 10 millones de dólares y aplicando una condición de umbral según la cual la suma debe constituir más del 1% de las exportaciones totales de mercancías.

3.5. Conclusiones

El mayor valor del análisis anterior reside en su ilustración de la naturaleza de la vulnerabilidad a las medidas comerciales relacionadas con el clima, y el tipo de análisis necesario para identificar la necesidad de una atención política urgente. Se necesita un análisis más profundo a nivel de país, trabajando con datos de GEI menos agregados, para comprender mejor las vulnerabilidades relativas de bienes de exportación específicos, aunque el análisis que aquí se presenta da algunas indicaciones sobre qué tipos de bienes podrían ser.

Dados los perfiles de exportación de productos agrícolas descritos aquí, una imagen más completa de la vulnerabilidad también debería incluir una inmersión más profunda en las opciones metodológicas para calcular la intensidad de GEI de los productos agrícolas, centrándose en las distintas formas en que podría medirse el cambio en el uso de la tierra. Los métodos utilizados en este análisis son sólo una posibilidad.

Una imagen más completa debería considerar también la naturaleza más amplia de la vulnerabilidad a las políticas relacionadas con el clima. Los patrones de exportación de los cuatro países muestran una gran dependencia de las exportaciones de combustibles fósiles, y éstas pueden ser vulnerables a las acciones climáticas que no están estrictamente relacionadas con el comercio, pero que tienen importantes repercusiones comerciales. Este conjunto de cuestiones se examina en la sección siguiente.

4. La vulnerabilidad de las exportaciones de combustibles fósiles

Los ingresos de exportación de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú también son vulnerables a las políticas destinadas a reducir el uso de combustibles fósiles. En los cuatro países, los combustibles fósiles representan una parte considerable de las exportaciones totales de mercancías (en valor), cuya demanda mundial acabará alcanzando su punto máximo y disminuyendo, víctima de los esfuerzos de mitigación del cambio climático.

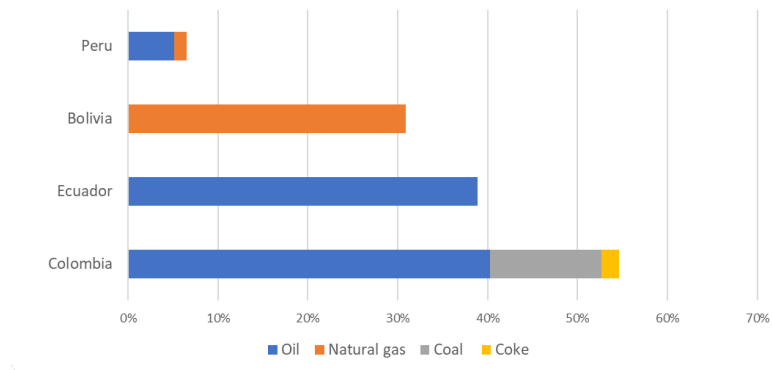
Aunque la mecánica de este riesgo es diferente del riesgo de que las medidas comerciales perjudiquen a las exportaciones, los fundamentos son los mismos: la naturaleza de las exportaciones de la región hace que esos países sean vulnerables a la pérdida disruptiva de mercados debido a las medidas climáticas adoptadas por los gobiernos extranjeros, el sector privado y los consumidores.

Esta sección estudia el alcance de esa vulnerabilidad y las tendencias y plazos de la destrucción de la demanda de petróleo, gas natural y carbón relacionada con el clima. En la medida de lo posible, se basa en análisis que se centran específicamente en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, aunque hay muy poca bibliografía que lo haga.

La figura 4.1 muestra la parte de las exportaciones de los cuatro países que ocupan los distintos tipos de combustibles fósiles.¹⁷ Para Colombia, Ecuador y Bolivia constituyen la mayor corriente de exportaciones de mercancías a nivel de códigos de 2 dígitos del Sistema Armonizado, mientras que para Perú ocupan el tercer lugar después de los minerales y el oro.

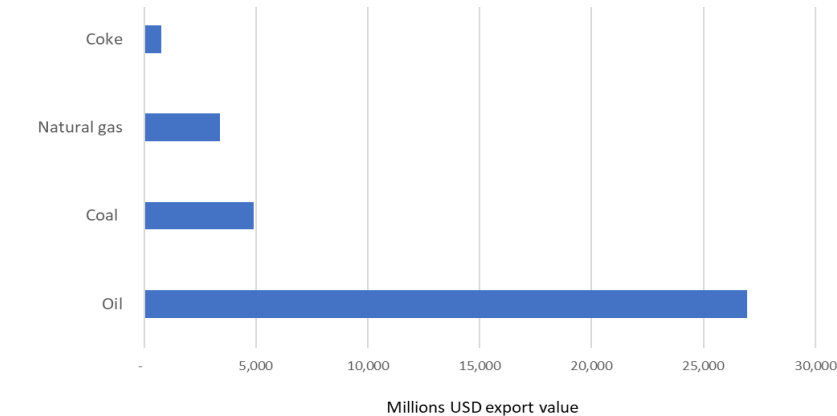
¹⁷ Se dispone de datos más recientes que los de 2019, pero desde entonces los mercados se han visto sacudidos por una volatilidad que hace que los datos recientes sean más difíciles de interpretar como cualquier tipo de referencia normal.

Figura 4.1: Proporción de combustibles fósiles en las exportaciones de mercancías de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú



Fuente: Base de datos Comtrade de la ONU

Figura 4.2: Exportaciones de combustibles fósiles de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú por componentes (2019)



Fuente: Base de datos Comtrade de la ONU

El petróleo crudo y refinado constituye la mayor parte de las exportaciones totales de combustibles fósiles de la región, con 26.900 millones de dólares en 2019 (Figura 4.2). El carbón y el coque de Colombia son el siguiente componente más importante, con 5.700 millones de dólares. El gas natural, exportado principalmente desde Bolivia, es el componente menos significativo con 4.900 millones de dólares.

Mucho antes de que se consuman las reservas actuales de combustibles fósiles, el mundo habrá superado los umbrales fijados por el Acuerdo de París. Welsby et al., (2021) calculan que para tener un 50% de posibilidades de mantenerse dentro del objetivo de 1,5° C del Acuerdo de París, casi el 60% de las reservas actuales de petróleo y gas y el 90% de las reservas de carbón deben permanecer en el suelo sin quemar. En América Latina y el Caribe específicamente, Solano-Rodríguez et al., (2021) estiman que entre el 66% y el 81% de las reservas probadas, probables y posibles son inquemables a partir de 2035 si se quiere alcanzar el objetivo de 1,5° C del Acuerdo de París, lo que se traduce en billones de dólares de regalías no percibidas. Tanto si el mundo consigue alcanzar ese objetivo como si no, las políticas climáticas harán que la demanda de combustibles fósiles alcance su punto máximo y disminuya mucho antes de que lo haga la oferta.

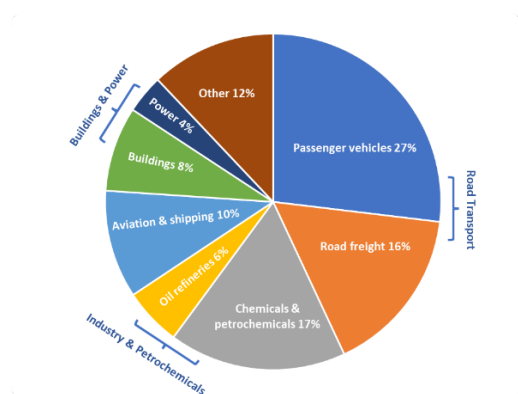
Esta sección estudia las tendencias en política y tecnología para el petróleo, el gas natural y el carbón, con el fin de evaluar qué tipo de plazos son probables para el pico y a qué velocidad disminuirá la demanda a partir de entonces. Dado su relativo predominio en las exportaciones, se presta la mayor atención al futuro del petróleo.

4.1. Perspectivas de la demanda mundial de petróleo

Todos los principales analistas creíbles coinciden en que el pico de demanda de petróleo llegará en los próximos diez años (BP, 2022b; DNV, 2022; AIE, 2022b; McKinsey, 2022; Rystad Energy, 2022). Pero hay diversidad de opiniones sobre lo significativa y rápida que será la disminución de la demanda tras el pico.

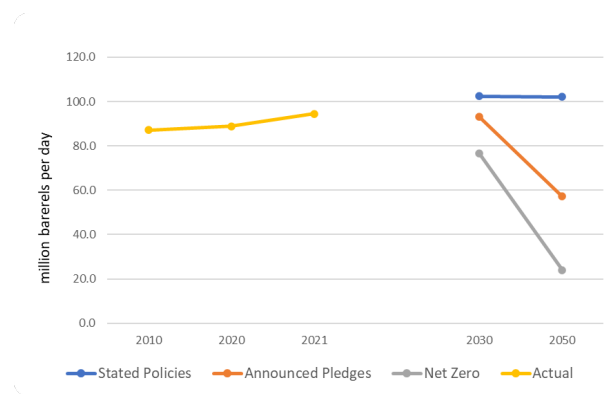
La respuesta a esa pregunta reside en comprender las tendencias de los distintos usos finales a los que se destina el petróleo. Como muestra la figura 4.3, la demanda de petróleo en 2021 estuvo dominada por el transporte por carretera, con un 43%. El siguiente componente en importancia era la industria y la petroquímica -principalmente la producción de plásticos- con un 23%. A partes casi iguales se situaron la construcción y la energía, y la aviación y el transporte marítimo, con un 12% y un 10% respectivamente.

Figura 4.3: Componentes de la demanda mundial de petróleo (2021)



Fuente: Basado en AIE (2022), Figura 7.2

Figura 4.4: Escenarios WEO 2022 de la AIE para la demanda mundial de petróleo



Fuente: AIE (2022)

El análisis más detallado del futuro en esos sectores procede de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y su informe anual Perspectivas de la energía en el mundo. La AIE construye tres escenarios para el futuro, cada uno con implicaciones muy diferentes para la futura demanda de petróleo (véase la figura 4.4).

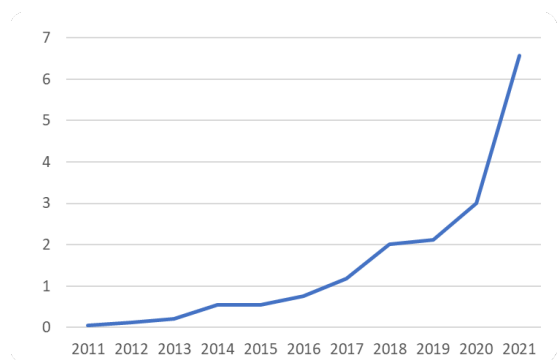
- Escenario de políticas declaradas (STEPS)-Este escenario supone que sólo se adoptarán las políticas climáticas actuales relacionadas con la energía y las que están en curso de aquí a 2050, es decir, que no habrá un aumento de las políticas climáticas en las próximas tres décadas.
- Escenario de promesas anunciadas (APS, por sus siglas en inglés): este escenario asume que las promesas climáticas relacionadas con la energía realizadas por los gobiernos a partir de 2021 se cumplirán en 2050, aunque aún no se hayan puesto en marcha las políticas para alcanzar estos objetivos.
- Neto-Cero (NZE)-Este escenario contempla que el sector energético mundial alcance unas emisiones netas de GEI nulas en 2050, a través de un conjunto hipotético de políticas gubernamentales y cambios de comportamiento.

¿Dónde se sitúan las tendencias reales en relación con estos escenarios? La respuesta es diferente para cada uso final.

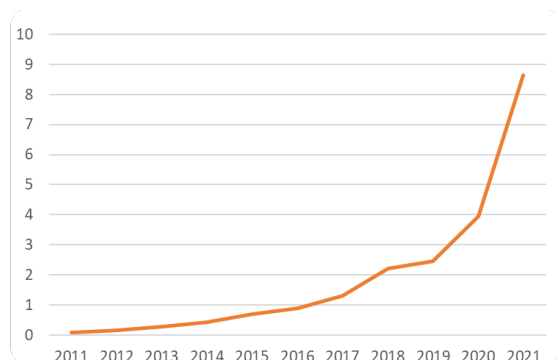
Transporte por carretera

En el transporte por carretera, las figuras 4.5 a 4.8 muestran la aceleración de las tendencias a favor de la electrificación, como demuestran las ventas de vehículos eléctricos (VE), el despliegue de infraestructuras de recarga y la autonomía de las baterías.

Figura 4.5: Ventas mundiales de vehículos eléctricos ligeros (millones) **Figura 4.6: Cuota mundial de ventas de VE ligeros (%)**

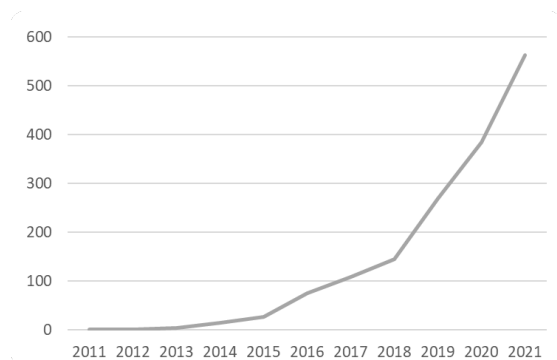


Fuente: (AIE, 2022a)



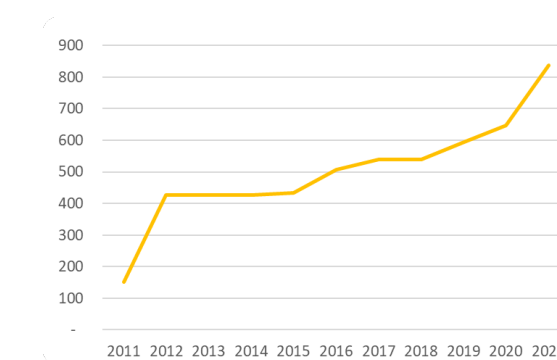
Fuente: (AIE, 2022a)

Figura 4.7: Puntos de recarga rápida para VE en el mundo (miles)



Fuente: (AIE, 2022a)

Figura 4.8: Alcance máximo de la flota de VE en EE.UU. (kms)



Fuente: (Departamento de Energía de EE.UU., 2021)

En parte, el aumento de las inversiones y las ventas está siendo impulsado por la política gubernamental. La mitad de las ventas mundiales anuales de vehículos ligeros están cubiertas por los objetivos de vehículos de emisiones cero para 2035 o antes, principalmente de la UE, China y EE.UU., pero cada vez más también de otros países, incluidos varios países en desarrollo (AIE, 2023). Este tipo de políticas son fruta fácil de recolectar para los gobiernos que buscan formas de abordar el cambio climático. No implican imponer cambios o sacrificios no deseados en el estilo de vida - de hecho, los VE son productos superiores - y pueden combinarse con subvenciones industriales destinadas a fomentar empresas competitivas en los mercados ecológicos del futuro, y con un gasto creador de empleo en infraestructuras de recarga.

Pero la demanda de los consumidores es también cada vez más un factor impulsor, ya que las tendencias en el precio, la autonomía, la elección del modelo, la infraestructura de recarga y la familiaridad empujan hacia una mayor aceptación (AIE, 2022a).

"El mercado está pasando de estar impulsado principalmente por la política a otro en el que la demanda orgánica de los consumidores es el factor más importante. A medida que los impulsores normativos empiezan a desempeñar un papel menos importante, la dinámica de adopción por parte de los consumidores -la 'curva en S'- toma el relevo" (BloombergNEF, 2022).¹⁸

La curva en S describe la asimilación de una nueva tecnología que acaba por despegar no de forma lineal sino exponencial, con efectos repentinos y abrumadores (Foster, 1986). Existen numerosos ejemplos de esta dinámica con tecnologías pasadas -incluidos los teléfonos móviles, los ordenadores personales e, irónicamente, los vehículos de pasajeros con motor de combustión interna- y podría decirse que la asimilación global de los VE va ahora por el mismo camino (Arib & Seba, 2017).

Para estar en línea con el escenario Net-Zero de la AIE, el 64% de las ventas de autos nuevos y el 5% de las ventas de camiones nuevos tendrían que ser eléctricos en 2030 (AIE, 2021). Todas las tendencias anteriores sugieren que esta trayectoria es factible. Los vehículos eléctricos superaron el 13% de las ventas mundiales de autos en el primer semestre de 2022, un salto del 50% respecto a la cuota del 8,7% de 2021 (Bloomberg Professional Services, 2022). En China, el mayor mercado mundial de vehículos de cuatro ruedas, el 26% de todas las ventas de vehículos de pasajeros nuevos eran VE en julio de 2022, más del doble que el año anterior (Bloomberg News, 2022). Los vehículos eléctricos son ya la opción más barata para muchos usuarios, y se enfrentan a pocos retos de infraestructura (BloombergNEF, 2022).

Las perspectivas de adopción de los vehículos pesados (VHD) no son tan optimistas a corto plazo, ya que un obstáculo clave es la necesidad de grandes inversiones en infraestructuras de recarga en las autopistas. Sin embargo, los avances políticos y tecnológicos para los VHD se han acelerado, especialmente en China (AIE, 2022a).

Industria y petroquímica

En los sectores industrial y petroquímico, las limitaciones de la demanda procederían principalmente de las políticas destinadas a reducir la contaminación por plásticos, y las políticas climáticas contribuirían en una proporción más modesta. En muchas partes del mundo, el petróleo es una materia prima para la producción de plásticos, y ese uso representa el 63% del uso de petróleo de este sector.

Los escenarios de la AIE no prevén que la demanda de petróleo para plásticos cambie mucho de aquí a 2050 (AIE, 2022b). En la medida en que la demanda se ve limitada, es consecuencia del aumento de las tasas de reciclaje y de las medidas sobre el plástico de un solo uso. En el escenario STEPS, la demanda aumenta en 3 millones de barriles por día para 2050; en el APS aumenta en 0,5 mbpd; y en el escenario NZE disminuye en 1 mbpd. Esa demanda en alza -que va en contra de las tendencias en otros sectores, e incluso de las tendencias en el uso de materias no primas en la industria y el sector petroquímico- se basa en supuestos sobre el crecimiento económico de los países en desarrollo y su equiparación con las tasas de consumo de plástico de la OCDE (Cetinkaya et al., 2018; Nduagu et al., 2018). Otros, por el contrario,

¹⁸ Traducción del autores.

sostienen que el crecimiento del consumo de plástico en los países en desarrollo no reflejará los patrones históricos de los países desarrollados (McKinsey, 2022).

Medidas como la prohibición de los plásticos de un solo uso, ahora en vigor en un montón de países, sólo reducen marginalmente la demanda, pero una prohibición mundial reduciría la demanda de petróleo relacionada con la petroquímica en más de una cuarta parte (Barclays Research, 2019). Una política y una legislación agresivas en materia de reciclaje podrían tener efectos más significativos, reduciendo el crecimiento anual de la demanda de petróleo hasta en un 1% para 2040 (Bjacek, 2019) o la posibilidad de un pico de demanda de plástico para 2027 (Bond et al., 2020).

Existe un impulso creciente detrás de las políticas reguladoras para reducir el uso del plástico de forma más generalizada y acelerar el reciclaje. Por ejemplo, un nuevo acuerdo medioambiental multilateral sobre los plásticos avanza rápidamente (Boletín de Negociaciones de la Tierra, 2022). Se espera que el acuerdo multilateral resultante facilite los compromisos y las acciones nacionales. Resulta fundamental que el alcance de las conversaciones incluya la consideración de medidas a lo largo de todo el ciclo de vida de los plásticos, incluidas las medidas de producción.

Aviación y transporte marítimo

En la aviación y el transporte marítimo, las políticas y las tecnologías no están tan avanzadas, pero están empezando a tomar forma. En la aviación, 2021 trajo consigo una avalancha de promesas de emisiones netas cero por parte de los principales transportistas y asociaciones mundiales (Graver et al., 2022). Ese mismo año, 28 Estados firmaron la Coalición Internacional para la Ambición Climática de la Aviación (REINO UNIDO, 2021), comprometiéndose a seguir una senda coherente con el objetivo de 1,5 °C del Acuerdo de París, y la Autoridad Federal de Aviación de EE.UU. (2021) se comprometió a alcanzar el objetivo de cero emisiones netas en 2050. Mandatos propuestos como ReFuel EU (CE, 2021) y la consulta Jet Zero del Reino Unido (REINO UNIDO, 2022) actuarán como impulsores de la reducción de costes y de la adopción de combustibles de aviación sostenibles, que acabarán afianzando la reducción de emisiones en los vuelos de larga distancia (The Economist, 2022). Para los vuelos de corta distancia, las alternativas han avanzado lo suficiente como para que Suecia y Dinamarca hayan anunciado que todos los vuelos nacionales estarán libres de combustibles fósiles para 2030, y Noruega apunta a 2040 (Frost, 2022).

Aunque no es probable que el sector del transporte marítimo contribuya a un desplazamiento significativo de la demanda de petróleo de aquí a 2030, en noviembre de 2022 entró en vigor una revisión del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques que obliga a todos los buques a cumplir objetivos anuales específicos para reducir su intensidad de carbono, una medida que podría reducir las emisiones un 11% respecto a los niveles de 2019 para 2026 en un escenario de pleno cumplimiento (Brooks & Adler, 2021). Además, la frustración por la falta de acción de la Organización Marítima Internacional está impulsando esfuerzos a nivel nacional que pueden tener impactos significativos, incluida la propuesta de la Unión Europea de incluir el transporte marítimo en su sistema de comercio de emisiones (Comisión Europea, 2021) y propuestas legislativas en Estados Unidos para obligar a una baja intensidad de carbono a los buques que atraquen en puertos estadounidenses (Ley de Transporte Marítimo Limpio de 2022).

Edificios y energía

Tanto en el caso de los edificios como en el de la energía, donde el petróleo se utiliza para la calefacción y la generación de electricidad, existen alternativas que son, en la mayoría de los casos, más baratas y

limpias (IRENA, 2021; Kelly et al., 2016) e incluso el STEPS más conservador de la AIE muestra que la demanda para ambos usos disminuirá significativamente en 2030. En relación con la demanda mundial de 2021 para estos dos sectores de 11,2 mbpd, para 2030 muestran un descenso combinado de la demanda de 2,5 mbpd (22%) en el STEPS, de 3,1 mbpd (28%) en el APS, o de 5,0 mbpd (45%) en el escenario NZE (AIE, 2022b). Se trata de reducciones pequeñas pero significativas de la demanda mundial que, al igual que los efectos de la electrificación del transporte, se manifestarían a corto plazo, es decir, antes de 2030.

Conclusiones

La destrucción de la demanda de petróleo a corto plazo estará impulsada principalmente por la electrificación de los vehículos de pasajeros, que actualmente representan el 27% de la demanda mundial. Las tendencias de las políticas climáticas, las mejoras tecnológicas y el comportamiento de los consumidores sugieren una reducción de la demanda en línea con la NZE de la AIE para ese segmento de la demanda. Es más probable que las tendencias para el transporte por carretera se ciñan al escenario APS, más conservador (pero aún ambicioso).

En cuanto a otros motores de la demanda, es menos seguro que las tendencias en política y tecnología nos acerquen al APS o al NZE. En cualquiera de los dos escenarios, los edificios y la energía, que representan el 12% de la demanda mundial de petróleo, contribuirán a la destrucción de la demanda en 2030, reduciéndose en más de 3 mbpd incluso en el APS.

Es poco probable que los otros elementos principales de la demanda mundial de petróleo -industria y petroquímica y aviación y transporte marítimo, con un 33%- alcancen las condiciones NZE de la AIE para 2030. Pero, dadas las tendencias actuales, a medio plazo (después de 2030) es probable que todos ellos contribuyan significativamente a la caída de la demanda.

Si asumiéramos la trayectoria NZE de la AIE para los vehículos de pasajeros hasta 2030, tal y como se ha argumentado anteriormente, y la trayectoria APS, más conservadora, para los demás elementos de la demanda mundial de petróleo cuyas trayectorias son menos seguras, el resultado sería una caída de la demanda de petróleo desde los niveles de 2021 de 13,6 mbpd, o un 14%. Estos mismos supuestos llevados hasta 2050 reducirían la demanda de petróleo en 45,5 mbpd, o un 47%, incluso sin suponer que ninguna de las tendencias del transporte por carretera, la aviación, el transporte marítimo o los plásticos condujera a una mayor destrucción de la demanda que con las políticas anunciadas actualmente. Para poner esas cifras en perspectiva, la caída de la demanda mundial que devastó los mercados del petróleo y envió los precios del Western Texas Intermediate brevemente en negativo en 2020 ascendió a menos de 7 mbpd (aunque eso fue más abrupto que los cambios previstos aquí). La oferta en los mercados del petróleo es relativamente inelástica al precio.

En general, los datos sugieren que los cambios estructurales en el transporte por carretera, y las tendencias en la generación de energía y la calefacción de edificios, conducirán a un pico en la demanda mundial de petróleo a finales de esta década. Después de 2030, esto se verá agravado por la reducción de la demanda de petróleo para otros usos clave. A nivel mundial, esto debería significar precios del petróleo bajos y volátiles, sobre todo si las predicciones de la "paradoja verde" son correctas, y los productores liquidan más activos en el presente, anticipando que tendrán menos valor en el futuro (Sinn, 2012). Ésas son malas noticias para Ecuador y Colombia, donde la producción de petróleo no es de bajo

coste, y donde se espera que la producción disminuya en la próxima transición energética (The Economist, 2023).

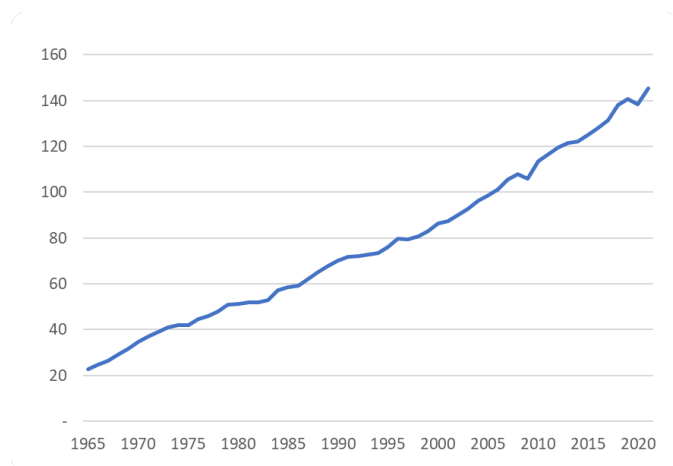
4.2. Demanda mundial de gas natural

A nivel mundial, el gas natural representó aproximadamente el 23% del suministro total de energía en 2021 (BP, 2022a). Una cuota que ha crecido en las dos últimas décadas, incluso cuando las del petróleo y el carbón han descendido, como resultado del crecimiento del gas como combustible para la generación de electricidad, ya sea como nueva capacidad o como parte de las estrategias de cambio del carbón al gas. La figura 4.9 muestra un aumento constante del consumo mundial a lo largo del tiempo, sobre todo desde la primera crisis del petróleo a principios de la década de 1970.

La figura 4.10 muestra la variedad de usos finales del gas. La generación de electricidad es el uso final más elevado, seguido del uso en la industria, donde el gas se utiliza como materia prima (sobre todo en la petroquímica, pero también en fertilizantes y otros) y para el calor de proceso. El uso residencial y comercial es para calefacción y cocina.

Las tendencias de la demanda de gas son complejas de predecir, ya que los mercados están muy segmentados por la necesidad de transporte por gasoducto (aunque el auge del comercio de GNL en la última década ha suavizado esa segmentación), y porque la viabilidad de los usos finales varía entre usos y regiones, y a menudo depende de una costosa infraestructura de distribución.

Figura 4.9: Consumo mundial de gas (exajulios)

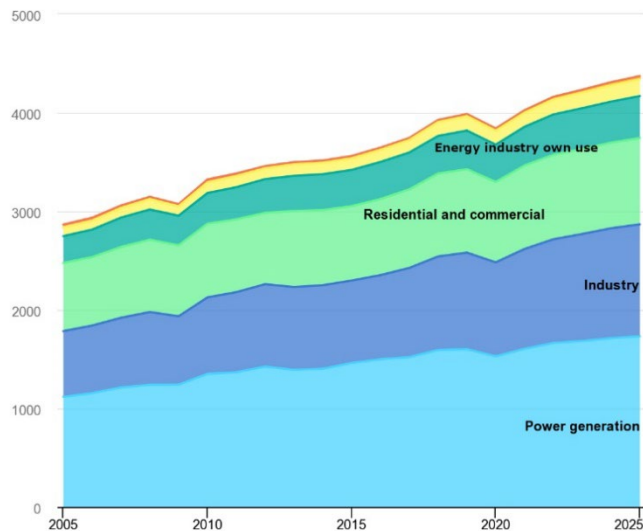


Fuente: (BP, 2022a).

Tsafos (2020) sostiene que el gas será difícil de desplazar en las regiones donde es barato, como Norteamérica, la antigua Unión Soviética y Oriente Medio. En la UE, el gas era costoso incluso antes de que Rusia cortara las exportaciones en 2022, pero ahora se producirá un cambio drástico hacia materias primas (por ejemplo, el hidrógeno) y tecnologías alternativas (por ejemplo, bombas de calor residenciales, comerciales e industriales), así como esfuerzos de eficiencia energética (Comisión Europea, 2022). Es probable que Asia vea satisfecho su apetito de nueva energía con energías renovables o carbón más que con gas (Hillman, 2022; Tsafos, 2020).

El gas está perdiendo en la mayoría de los lugares en la batalla de costes con las energías renovables por la nueva capacidad de generación de energía eléctrica. El gas tiene un asidero más sólido en las aplicaciones industriales y conservará esos usos finales hasta que la tecnología produzca hidrógeno verde más barato, bombas de calor industriales más potentes y materias primas alternativas, todas ellas perspectivas a medio plazo (es decir, quizá para 2030). Las tendencias tecnológicas en bombas de calor y estufas de inducción supondrán probablemente una reducción significativa del uso residencial del gas hacia finales de esta década.

Figura 4.10: Demanda mundial de gas natural por sectores, 2005-2025



Fuente: (AIE, 2022c)

El (poco realista) Escenario de Políticas Declaradas (STEPS) de la AIE prevé que la demanda global de gas aumente ligeramente respecto a los niveles de 2021, un 3,8% en 2030, y retroceda ligeramente hasta un 3,4% más en 2050. El Escenario de Políticas Anunciadas (APS), más ambicioso para el clima, ve una disminución de la demanda respecto a los niveles de 2021 del 8% en 2030 y del 37% en 2050 (AIE, 2022b). En cualquier escenario, la trayectoria de crecimiento de la demanda experimentada en las últimas décadas llegará a su fin, lo que significa una mayor competencia por los mercados. En los escenarios de oferta, Oriente Medio gana cuota de mercado mundial, gracias a las nuevas inversiones masivas en capacidad y a los bajos costes, pero el resto de regiones disminuyen sus niveles de producción en la mayoría de los escenarios. Bolivia y Perú se citan como países en los que se prevé un descenso de la producción, incluso en el escenario STEPS (AIE, 2022b). Aunque no hay una explicación de este resultado, el WEO 2022 describe en general el futuro de los mercados del gas como una oferta creciente que persigue una demanda decreciente, en la que los productores con costes más elevados salen perdiendo.

4. 3 Demanda mundial de carbón

El carbón como porcentaje de la demanda mundial de energía alcanzó su punto máximo en 2011, con un 28%, y ha tendido a la baja desde entonces, situándose en un 25% en 2021 (BP, 2022a). La guerra entre Rusia y Ucrania ha hecho que el uso del carbón aumente a partir de entonces a medida que los precios del petróleo y del gas se disparan en todo el mundo, pero la mayoría considera que se trata de una reactivación temporal en el camino hacia un lento declive del sector, sobre todo en el caso del carbón térmico.

La demanda de carbón cae en todos los escenarios de la AIE, aunque el panorama varía mucho según la región, con las economías avanzadas reduciendo fuertemente la demanda y la India aumentándola. El carbón para la energía se enfrenta a retos particulares; en las economías avanzadas, incluso el STEPS -que no prevé nuevas políticas climáticas- prevé una caída de la demanda del 60% para 2030. La demanda global de carbón en el STEPS cae desde los niveles de 2021 un 9% en 2030, y un 32% en 2050. La EPA prevé que la demanda caiga desde los niveles de 2021 un 23% en 2030 y un 71% en 2050 (AIE, 2022b). Se trataría de reducciones significativas, con implicaciones negativas para los precios mundiales.

El carbón de Colombia es térmico, se utiliza para vapor en la generación de electricidad y se vende principalmente a los mercados de Europa. Es un importante exportador mundial, pero las exportaciones de 2021 estuvieron muy por debajo de los máximos anteriores, como consecuencia de los bajos precios y los problemas de producción (Coal Hub, 2021). La AIE ve un futuro difícil para este sector a medida que la UE se aleja de las fuentes de energía con altos niveles de GEI. Incluso el STEPS ve reducciones en la producción colombiana del 35% para 2030, y el APS lo fija mucho más alto, en un 60% de reducción (AIE, 2022b).

4.4. Conclusiones

Los países de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú dedican una parte importante de sus exportaciones de mercancías al petróleo y, en menor medida, al carbón y al gas. Aunque estos tres productos son variados en cuanto a sus tendencias futuras, para todos ellos existe un riesgo significativo de pérdida de mercados futuros a medida que disminuye la demanda mundial frente a la acción climática y las nuevas tecnologías.

En el caso del petróleo y el carbón, parece probable que esos descensos se materialicen en 2030, con una tendencia descendente constante a partir de entonces. El gas tiene un futuro más sólido a corto plazo, pero también alcanzará su punto máximo y descenderá poco después de 2030 según los escenarios más realistas.

Las implicaciones para los exportadores dependerán del comportamiento de sus competidores mundiales, de la competitividad relativa de los costes de los productores y de los productos específicos que exporten en esos sectores. Pero, en última instancia, es probable que los mercados mundiales de los tres productos disminuyan, con efectos inciertos sobre los precios y la volatilidad.

Tanto como cualquier flujo de exportación de estos países, el caso de los combustibles fósiles merece una planificación anticipada para prever la pérdida de mercados de exportación ante las políticas climáticas mundiales, y centrarse en la diversificación, la cooperación y otras estrategias de adaptación (Peszko et al., 2020).

5. Conclusiones

El contenido de carbono de los bienes comercializados es cada vez más importante como elemento no convencional de la competitividad mundial, ya que los principales mercados responden al cambio climático con políticas ambiciosas y estrictas que restringen el comercio en función del carbono incorporado, y los actores del sector privado se mueven para descarbonizar sus cadenas de suministro. El conjunto de medidas comerciales relacionadas con el clima impuestas por los gobiernos y las medidas del sector privado que aquí se analizan no constituyen una lista definitiva, sino más bien una instantánea de un panorama comercial mundial en proceso de cambio dinámico.

Estas tendencias afectarán a algunos bienes y países más que a otros, y este informe pretendía identificar aquellas áreas en las que Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú podrían ser vulnerables. La vulnerabilidad más importante es el pico y el declive de la demanda mundial de petróleo que todos los analistas creíbles ven llegar para 2030 (BP, 2022b; DNV, 2022; AIE, 2022b; McKinsey, 2022; Rystad Energy, 2022). El petróleo es, con diferencia, el flujo de exportación de mayor valor para Ecuador y Colombia, con un valor total anual de unos 24.000 millones de dólares en exportaciones en 2019, y sus perspectivas en la transición energética no son buenas (The Economist, 2023). Se prevé que las exportaciones de gas de Bolivia disminuyan para 2030 incluso en los escenarios más optimistas de la AIE (AIE, 2022b). La demanda de carbón puede encontrarse en una situación aún más apremiante. Para estos cuatro países, existe un riesgo significativo de pérdida de ingresos públicos y de crear activos varados (Solano-Rodríguez et al., 2021; Vogt-Schilb et al., 2021).

Las exportaciones de acero de Colombia son el único producto de los cuatro países que podrían estar afectadas, pero éstas se destinan en su mayoría a mercados que probablemente no apliquen medidas comerciales relacionadas con el clima, como se refleja en una puntuación relativamente baja del índice de vulnerabilidad de 40 (sobre 100).

Del mismo modo, es probable que ninguno de los cuatro países se vea afectado, a corto plazo, por la contratación pública ecológica de bienes como el acero, el cemento y el aluminio basada en el contenido de carbono, dado que el acero de Colombia es la única corriente de exportación cubierta, pero no es probable que sus principales mercados apliquen tales medidas a corto plazo.

Algunas de las importantes exportaciones agrícolas de los cuatro países pueden ser vulnerables a las políticas dirigidas al cambio en el uso de la tierra, como la ley de bienes libres de deforestación de la UE (aunque dicha ley no se centrará directamente en la intensidad de GEI), o a iniciativas del sector privado como las ecoetiquetas relacionadas con el clima. Las exportaciones agrícolas de Perú, como las frutas y el café, puntúan relativamente alto tanto en intensidad de GEI como en vulnerabilidad de las exportaciones. Las exportaciones de flores cortadas de Ecuador también puntúan relativamente alto en ambos aspectos.

Por último, esta imagen de la vulnerabilidad está limitada de dos maneras. En primer lugar, los datos de las emisiones de GEI y las tablas de insumo-producto a las que se vincularon para derivar la intensidad de GEI, no están adecuadamente desagregados, como ya se ha señalado. Así, por ejemplo, se supone que el plátano y el café de Colombia tienen la misma intensidad de GEI, al estar ambos incluidos en una categoría más amplia de productos agrícolas. Con mejores datos se obtendría una imagen más precisa de la vulnerabilidad de los productos específicos. En segundo lugar, se trata de una imagen estática. Como ya se ha señalado, las tendencias a considerar el carbono en los bienes comercializados son recientes y potentes, y más allá del corto plazo pueden crecer hasta abarcar más productos de interés para los exportadores de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, y pueden ser aplicadas por más países de sus mercados de exportación.

Referencias

- Ahmad, N., & Wyckoff, A. (2003). *Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade of Goods*. OECD. <https://doi.org/10.1787/421482436815>
- Apple. (2018). *Apple paves the way for breakthrough carbon-free aluminum smelting method*. Apple Newsroom. [https://www.apple.com/newsroom/2018/05/ap](https://www.apple.com/newsroom/2018/05/apple-paves-the-way-for-breakthrough-carbon-free-aluminum-smelting-method/)
- Apple. (2020). *Apple commits to be 100 percent carbon neutral for its supply chain and products by 2030*. Apple Newsroom. <https://www.apple.com/newsroom/2020/07/ap>

- ple-commits-to-be-100-percent-carbon-neutral-for-its-supply-chain-and-products-by-2030/
- Arib, J., & Seba, T. (2017). *Rethinking Transportation 2020-2030: The disruption of transportation and the collapse of the internal combustion vehicle and oil industries*. ReThinkX. https://static1.squarespace.com/static/585c3439be65942f022bbf9b/t/59f279b3652deaab9520fba6/1509063126843/RethinkX+Report_102517.pdf
- Arguello, R., Delgado, R., Espinosa, M., Gonzalez, T., Sandoval, J.M., 2022. Cost-benefit analysis of options to achieve net-zero emissions in Colombia. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004502>
- Australia. (2023). *Safeguard Mechanism Reforms*. Department of Climate Change, Energy, Environment and Water. <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/safeguard-mechanism-reforms-factsheet-2023.pdf>
- Banco Central de Ecuador. (2020). *Tablas Oferta Utilización (TOU) 2007—2020*. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/CuentasNacionalesAnuales.html>
- Barclays Research. (2019). *Oil in 3D: The Demand Outlook to 2050*. <https://www.ourenergypolicy.org/resources/oil-in-3d-the-demand-outlook-to-2050/>
- Bierbrauer, F., Felbermayr, G., Ockenfels, A., Schmidt, K. M., & Südekum, J. (2021). A CO₂-Border Adjustment Mechanism as a Building Block of a Climate Club. *Kiel Policy Brief*, 151. <https://www.ifw-kiel.de/publications/kiel-policy-brief/2021/a-co2-border-adjustment-mechanism-as-a-building-block-of-a-climate-club-16065/>
- Bjacek, P. (2019, October 30). Accenture Research. *Why Oil and Gas Companies Could Lose and Gain the Most*. <https://www.accenture.com/us-en/blogs/accenture-research/why-oil-and-gas-companies-could-lose-and-gain-the-most>
- Bloomberg News. (2022, August 9). China EV Sales Are Forecast to Hit a Record 6 Million This Year. *Bloomberg Markets*. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-08-09/china-s-july-car-sales-rise-20-on-demand-for-electric-vehicles>
- Bloomberg Professional Services. (2022). *2022 Zero-Emissions Vehicle Factbook*. <https://www.bloomberg.com/professional/download/2022-zero-emissions-vehicle-factbook/>
- BloombergNEF. (2022). *EVO Report 2022*. Bloomberg new Energy Finance. <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
- Bond, K., Benham, H., Vaughan, E., & Chau, L. (2020). *The Future's Not in Plastics: Why plastics demand won't rescue the oil sector*. <https://carbontracker.org/reports/the-futures-not-in-plastics/>
- BP. (2022a). *BP Statistical Review of World Energy (71st ed.)*. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- BP. (2022b). *Energy Outlook 2022*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2022.pdf>
- Canada, D. of F. (2021, August 5). *Exploring Border Carbon Adjustments for Canada*. <https://www.canada.ca/en/department-finance/programs/consultations/2021/border-carbon-adjustments/exploring-border-carbon-adjustments-canada.html>
- Cetinkaya, E., Liu, N., Simons, T. J., & Wallach, J. (2018). *Petrochemicals 2030: Reinventing the way to win in a changing industry*. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/chemicals-2030-reinventing-the-way-to-win-in-a-changing-industry#>
- Climate Action Tracker. (n.d.). *Climate Action Tracker*. Retrieved March 11, 2023, from <https://climateactiontracker.org/>
- Coal Hub. (2021, June 28). *Colombian coal exports | The Coal Hub*. <https://thecoalhub.com/colombian-coal-exports.html>
- Coley, D., Howard, M., & Winter, M. (2011). Food miles: Time for a re-think? *British Food Journal*, 113(7), 919–934. <https://doi.org/10.1108/00070701111148432>
- Colombia. (2022). *Colombia. Biennial update report. BUR 3. National inventory report*. <https://unfccc.int/documents/510821>
- Colombia. (2017). *Matriz Insumo Producto*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales/matrices-complementarias#matriz-insumo-producto>
- Coons, C. A., & Peters, S. (2021, July 19). *S.2378—117th Congress (2021-2022): Fair, Affordable, Innovative, and Resilient Transition and Competition Act (2021/2022)* [Legislation]. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/2378/text>
- Cosbey, A. (2015). *Policy case study – Food labelling: Climate for Sustainable Growth*. Centre for European Policy Studies. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2696716
- DNV. (2022). *Energy Transition Outlook 2022: A Global and Regional Forecast to 2050*. <https://www.dnv.com/energy-transition-outlook/index.html>

- Dolabella, M., & Mesquita Moreira, M. (2022). *Fighting Global Warming: Is Trade Policy in Latin America and the Caribbean a Help or a Hindrance?* Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004426>
- Earth Negotiations Bulletin. (2022, June). *Summary report 29 May – 1 June 2022 Ad hoc Open-ended Working Group to Prepare for the Intergovernmental Negotiating Committee to End Plastic Pollution*. IISD Earth Negotiations Bulletin. <https://enb.iisd.org/working-group-intergovernmental-negotiating-committee-end-plastic-pollution-oewg-inc-summary>
- EC. (2021). *Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport*. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/refueleva_viation_-_sustainable_aviation_fuels.pdf
- Economist. (2019, July 25). Latin America and Europe have much to gain from closer ties. The Economist. <https://www.economist.com/the-americas/2019/07/25/latin-america-and-europe-have-much-to-gain-from-closer-ties>
- Eicke, L., Weko, S., Apergi, M. and Marian, A., 2021. Pulling up the carbon ladder? Decarbonization, dependence, and third-country risks from the European carbon border adjustment mechanism. *Energy Research & Social Science*, 80, p.102240.
- EU DG Trade. (2022). Access2Markets (statistics page). <https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/en/statistics>
- European Commission. (2021). *EU Agricultural Outlook for Markets, Income and Environment 2021-2031*. https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2022-03/agricultural-outlook-2021-report_en_0.pdf
- European Commission. (2023). *Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism*. <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj/eng>
- European Commission. (2023). *Regulation of the European Parliament and of the Council on the making available on the Union market and the export from the Union of certain commodities and products associated with deforestation and forest degradation and repealing Regulation (EU) No 995/2010*. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-82-2022-INIT/en/pdf>
- European Commission. (2022). *REPowerEU: Affordable, secure and sustainable energy for Europe* [Text]. European Commission. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
- European Parliament. (2023). *Texts adopted—Methane emissions reduction in the energy sector*. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0127_EN.html
- Falkner, R. (2016). A Minilateral Solution for Global Climate Change? On Bargaining Efficiency, Club Benefits, and International Legitimacy. *Perspectives on Politics*, 14(1), 87–101. <https://doi.org/10.1017/S1537592715003242>
- Foster, R. (1986). *The S-Curve*. Simon & Schuster.
- FREYR. (2021). *FREYR and Glencore Sign Supply Contract for Sustainable Cobalt and Expand Their Collaboration for the Responsible Supply of Battery Materials*. <https://ir.freyrbattery.com/ir-news/press-releases/news-details/2021/FREYR-and-Glencore-Sign-Supply-Contract-for-Sustainable-Cobalt-and-Expand-Their-Collaboration-for-the-Responsible-Supply-of-Battery-Materials/default.aspx>
- Frost, R. (2022, June 4). *Are domestic flights the first big step to electrifying aviation?* Euronews. <https://www.euronews.com/travel/2022/06/04/electrifying-domestic-flights-could-be-the-first-big-step-to-cutting-aviation-s-carbon-emi>
- G7 Leaders. (2021). *CARBIS BAY G7 SUMMIT COMMUNIQUE*. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/06/13/carbis-bay-g7-summit-communiqué/>
- Government of Canada. (2022). *Clean Fuel Regulations*. <https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2022-140.pdf>
- Graver, B., Zheng, S., Rutherford, D., Mukhopadhyaya, J., & Pronk, E. (2022). *Vision 2050: Aligning aviation with the Paris Agreement*. International Council for Clean Transportation. <https://theicct.org/publication/global-aviation-vision-2050-align-aviation-paris-jun22/>
- H2 Green Steel. (2022, October 11). *H2 Green Steel partners with Midrex for technology and Kobe Steel*. H2 Green Steel. <https://www.h2greensteel.com/latestnews/h2-green-steel-partners-with-midrex-for-technology-and-kobe-steel-for-equity-investment>
- Harris, B., & Bounds, A. (2023, April 5). EU trade deal with South America delayed by row over environmental rules. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/94d2410b-c3c1-4e0b-ad50-6144b310c75f>
- Hillman, A. (2022). *Facts over fiction: Debunking gas industry spin*. Australian Centre for Corporate Responsibility. <https://www.accr.org.au/research/facts-over-fiction-debunking-gas-industry-spin/>
- Holman, J. (2020, July 9). *BMW signs Eur100 million sustainable cobalt supply contract with Moroccan miner*. S&P Global Commodity Insights.

- <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/metals/070920-bmw-signs-eur100-million-sustainable-cobalt-supply-contract-with-moroccan-miner>
- House Select Committee on the Climate Crisis. (2020). *Solving the Climate Crisis: The Congressional Action Plan for a Clean Energy Economy, and a Healthy, Resilient, and Just America*. House Select Committee on the Climate Crisis. <https://climatecrisis.house.gov/sites/climatecrisis.house.gov/files/Climate%20Crisis%20Action%20Plan.pdf>
- Hulac, B. J. (2023, April 12). *As European tax looms, a border fee draws bipartisan focus*. Roll Call. <https://www.rollcall.com/2023/04/12/as-european-tax-looms-a-border-fee-draws-bipartisan-focus/>
- IEA. (2021). *World Energy Outlook 2021*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- IEA. (2022a). *Global EV Outlook 2022*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>
- IEA. (2022b). *World Energy Outlook 2022*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- IEA. (2023). *Global EV Outlook 2023*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- IEA. (2022c, October 26). *Global natural gas demand per sector, 2005-2025 – Charts – Data & Statistics*. IEA. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-natural-gas-demand-per-sector-2005-2025>
- Instituto Nacional de Estadística. (2014). *Matriz de Insumo Producto (2014)*. <https://www.ine.gob.bo/index.php/descarga/405/matrices-de-insumo-producto-constante/44573/matriz-de-insumo-producto-en-miles-de-bolivianos-de-19902014.xlsx>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *Cuadro de Oferta y Utilización (Novel 365) 2020*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/cou_2020_corrientes_365_p rod_x_101_activ_1.xlsx
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories—IPCC*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IRENA. (2021). *Renewable Power Generation Costs in 2020*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2020>
- Jansma, J.-E., Sukkel, W., Stilma, E. S. C., van Oost, A. C., & Visser, A. J. (2012). Chapter 26 The impact of local food production on food miles, fossil energy use and greenhouse gas emission: The case of the Dutch city of Almere. In *Sustainable food planning: Evolving theory and practice* (pp. 307–322). Wageningen Academic Publishers. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-187-3_26
- Kakade, S. (2022, June 3). *Stellantis secures low-carbon lithium supplier for its EV batteries*. Emerging Technology News. <https://etn.news/e-mobility-blogs/stellantis-secures-low-carbon-lithium-supplier-for-its-ev-batteries>
- Kelly, J. A., Fu, M., & Clinch, J. P. (2016). Residential home heating: The potential for air source heat pump technologies as an alternative to solid and liquid fuels. *Energy Policy*, 98, 431–442. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.016>
- Kemp, K., Insch, A., Holdsworth, D. K., & Knight, J. G. (2010). Food miles: Do UK consumers actually care? *Food Policy*, 35(6), 504–513. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.05.011>
- Leal-Arcas, R., & Filis, A. (2021). *International Cooperation on Climate Change Mitigation: The Role of Climate Clubs* (Queen Mary Law Research Paper No. 362/2021). Queen Mary University of London Law School. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3863973>
- Leiserowitz, A., Carman, J., Buttermore, N., Wang, X., Rosenthal, S., Marion, J., & Mulcahy, K. (2021). *International Public Opinion on Climate Change*. <https://climatecommunication.yale.edu/publications/international-public-opinion-on-climate-change/>
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., & Geschke, A. (2013). Building Eora: A Global Multi-Region Input–Output Database at High Country and Sector Resolution. *Economic Systems Research*, 25(1), 20–49. <https://doi.org/10.1080/09535314.2013.769938>
- Li, K. (2021). *Footprint of Export-Related GHG Emissions from Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003646>
- Maliszewska, M., Chepeliev, M., Carolyn, F., & Jung, E. (2023, June 13). How developing countries can measure exposure to the EU’s carbon border adjustment mechanism. *World Bank Blogs*. <https://blogs.worldbank.org/trade/how-developing-countries-can-measure-exposure-eus-carbon-border-adjustment-mechanism>
- McKinsey. (2022). *Global Energy Perspective 2022*. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Oil%20and%20Gas/Our%20Insights/G>

- lobal%20Energy%20Perspective%202022/Global-Energy-Perspective-2022-Executive-Summary.pdf
- Meinrenken, C. J., Chen, D., Esparza, R. A., Iyer, V., Paridis, S. P., Prasad, A., & Whillas, E. (2022). The Carbon Catalogue, carbon footprints of 866 commercial products from 8 industry sectors and 5 continents. *Scientific Data*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01178-9>
- METI. (2020). *Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050*. https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/ggs2050/index.htm
- Ministerio de Ambiente. (2021). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2016*. <https://infocarbono.minam.gob.pe/annios-inventarios-nacionales-gei/ingei-2016/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2002). *4th National Communication and 2nd Biennial Update Report of Ecuador to the UNFCCC*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Executive_Summary_Interactivo.pdf
- Nadras, S., & Mazlan, R. (2022). The Impact of The European Union (EU) Renewable Energy Directive (RED II) on Palm Oil to the Malaysian Economy – OPIEJ. *Oil Palm Industry Economic Journal*. <https://doi.org/10.21894/opiej.2022.03>
- Nduagu, E., Rahmanifard, H., Sow, A., & Mascarenhas, K. (2018). *Economic Impacts and Market Challenges for the Methane to Derivatives Petrochemical Sub-Sector* (No. 169). Canadian Energy Research Institute. <https://ceri.ca/studies/economic-impacts-and-market-challenges-for-the-methane-to-derivatives-petrochemical-sub-sector-3>
- Net Zero Tracker. (2023). *Net Zero Tracker*. <https://zerotracker.net/>
- Nordhaus, W. (2015). Climate Clubs: Overcoming free-riding in international climate policy. *American Economic Review*, 105(4), 1339–1370. <http://dx.doi.org/10.1257/aer.15000001>
- Nordhaus, W. (2020). The Climate Club: How to Fix a Failing Global Effort. *Foreign Affairs*.
- OECD. (n.d.). *Carbon dioxide emissions embodied in international trade (2021 ed.)*. Retrieved July 15, 2023, from https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IO_GHG_2021
- Peszko, G., van der Mensbrugge, D., Golub, A., Ward, J., Zenghelis, D., Marijs, C., Schopp, A., Rogers, J. A., & Midgley, A. (2020). *Diversification and Cooperation in a Decarbonizing World: Climate Strategies for Fossil Fuel-Dependent Countries*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1016/978-1-4648-1340-5>
- Peters, G. P., Davis, S. J., & Andrew, R. (2012). A synthesis of carbon in international trade. *Biogeosciences*, 9(8), 3247–3276. <https://doi.org/10.5194/bg-9-3247-2012>
- Proctor & Gamble. (n.d.). *Environmental Sustainability | Procter & Gamble*. Retrieved October 18, 2022, from <https://us.pg.com/environmental-sustainability/>
- Reuters. (2021, March 19). *Amazon deforestation turns cold EU and Mercosur trade deal*. <https://labsnews.com/en/news/economy/eu-and-mercosur-trade-deal-turns-cold/>
- Rystad Energy. (2022). *Upstream Trends Report June 2022*.
- SCCC. (2020). *The Case for Climate Action: Building a Clean Economy for the American People*. Senate Democrats Special Committee on the Climate Crisis. https://www.schatz.senate.gov/imo/media/doc/SCCC_Climate_Crisis_Report.pdf
- Schatz, B. (2021). *S.2950—FOREST Act of 2021*. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/2950>
- Sharma, S. (2020). *Climate, land use change and the EU-Mercosur Agreement: Accelerating tipping points*. Heinrich Boll Stiftung, IATP Europe, FASE. https://www.iatp.org/sites/default/files/2020-12/Factsheet_EU%20Mercosur%20FTA%20CLIMATE.pdf
- Shawkat, A., Cosbey, A., & Sartor, O. (2022). *International Climate Cooperation for Energy Intensive Industry*. Agora Industry. <https://www.agora-energiewende.de/en/publications/international-climate-cooperation-for-energy-intensive-industry/>
- Searchinger, T.D., Beringer, T., Holtzmark, B., Kammen, D.M., Lambin, E.F., Lucht, W., Raven, P., van Ypersele, J.-P., 2018. Europe’s renewable energy directive poised to harm global forests. *Nature Communications* 9, 3741. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06175-4>
- Sinn, H.-W. (2012). *The Green Paradox*. MIT Press.
- Solano-Rodríguez, B., Pye, S., Li, P.-H., Ekins, P., Manzano, O., & Vogt-Schilb, A. (2021). Implications of climate targets on oil production and fiscal revenues in Latin America and the Caribbean. *Energy and Climate Change*, 2, 100037. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2021.100037>
- Tagliapietra, S., & Wolff, G. B. (2021). Conditions are Ideal for a New Climate Club. *Energy Policy*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112527>
- TeslaNorth. (2021, July 22). *Tesla Secures Nickel Supply from Australia’s BHP - TeslaNorth.com*. <https://teslanorth.com/2021/07/21/tesla-secures-nickel-supply-from-australias-bhp/>
- The Economist. (2022, August 17). Ways to make aviation fuel green. *The Economist*. <https://www.economist.com/science-and->

- technology/2022/08/17/ways-to-make-aviation-fuel-green?etear=nl_today_3
- The Economist. (2023, July 11). Latin America is set to become a major oil producer this decade. *The Economist*. https://www.economist.com/the-americas/2023/07/11/latin-america-is-set-to-become-a-major-oil-producer-this-decade?etear=nl_today_5&utm_id=1680294
- The White House. (2021). *FACT SHEET: President Biden Signs Executive Order Catalyzing America's Clean Energy Economy Through Federal Sustainability*. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/12/08/fact-sheet-president-biden-signs-executive-order-catalyzing-americas-clean-energy-economy-through-federal-sustainability/>
- Transport and Environment. (2019). *The Trend Worsens: More Palm oil for energy, less for food*. <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/final%20palm%20briefing%202019.pdf>
- Tsafos, N. (2020). *How Will Natural Gas Fare in the Energy Transition?* Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/how-will-natural-gas-fare-energy-transition>
- UK. (2021). *COP 26 declaration: International Aviation Climate Ambition Coalition*. <https://www.gov.uk/government/publications/cop-26-declaration-international-aviation-climate-ambition-coalition/>
- UK. (2022). *Jet zero: Our strategy for net zero aviation*. <https://www.gov.uk/government/consultations/achieving-net-zero-aviation-by-2050>
- UK Environmental Audit Committee. (2021). *Carbon border adjustment mechanisms—Committees—UK Parliament*. <https://committees.parliament.uk/work/1535/carbon-border-adjustment-mechanism/>
- UN Office for Disaster Risk Reduction. (2020). *The human cost of disasters: An overview of the last 20 years (2000-2019)*. <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>
- UNIDO. (2021, November 9). *World's largest steel and concrete buyers make game-changing push for greener solutions*. <https://www.unido.org/news/worlds-largest-steel-and-concrete-buyers-make-game-changing-push-greener-solutions>
- UNIDO. (2022, September 21). *UN-led coalition to release targets to cut carbon from public construction projects*. <https://www.unido.org/news/un-led-coalition-release-targets-cut-carbon-public-construction-projects>
- Unilever. (n.d.). *Sustainable and deforestation-free palm oil*. Unilever. Retrieved October 18, 2022, from <https://www.unilever.com/planet-and-society/protect-and-regenerate-nature/sustainable-palm-oil/undefined>
- United Kingdom. (2021). *Environment Act 2021*. Queen's Printer of Acts of Parliament. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2021/30/contents/enacted>
- United Kingdom. (2023, June 23). *Addressing carbon leakage risk to support decarbonisation*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/consultations/addressing-carbon-leakage-risk-to-support-decarbonisation>
- US Department of Energy. (2021, January 4). *FOTW# 1167, January 4, 2021: Median Driving Range of All-Electric Vehicles Tops 250 Miles for Model Year 2020*. Energy.Gov. <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/fotw-1167-january-4-2021-median-driving-range-all-electric-vehicles-tops-250>
- US General Services Administration. (2022a). *GSA Lightens the Environmental Footprint of its Building Materials*. <https://www.gsa.gov/about-us/newsroom/news-releases/gsa-lightens-the-environmental-footprint-of-its-building-materials-03302022>
- US General Services Administration. (2022b). *GSA Seeks Industry Input on Clean Construction Materials*. <https://www.gsa.gov/about-us/newsroom/news-releases/gsa-seeks-industry-input-on-clean-construction-materials-10042022>
- US White House. (2021, October 31). *FACT SHEET: The United States and European Union To Negotiate World's First Carbon-Based Sectoral Arrangement on Steel and Aluminum Trade*. The White House. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/10/31/fact-sheet-the-united-states-and-european-union-to-negotiate-worlds-first-carbon-based-sectoral-arrangement-on-steel-and-aluminum-trade/>
- USTR. (2021). *2021 Trade Policy Agenda and 2020 Annual Report of the President of the United States on the Trade Agreements Program*. United States Trade Representative. https://insidetrade.com/sites/insidetrade.com/files/documents/2021/mar/wto2021_0104a.pdf
- Vale. (2022, May 5). *Vale confirms supply deal with Tesla for low-carbon nickel*. <http://www.vale.com/EN/aboutvale/news/Pages/vale-confirms-supply-deal-with-tesla-for-low-carbon-nickel.aspx>
- Vangenetchen, D., & Lehne, J. (2022). *Can a Climate Club Accelerate Industrial Decarbonization? Towards more international cooperation in the decarbonization of heavy industry* [Briefing Paper]. E3G. <https://www.e3g.org/publications/can-climate-clubs-accelerate-industrial-decarbonisation/>

- Vogt-Schilb, A., Reyes-Tagle, G., & Edwards, G. (2021, September 21). Are Latin America's fossil fuels at risk of becoming stranded assets this decade? *Sostenibilidad*.
<https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/en/are-latin-americas-fossil-fuels-at-risk-of-becoming-stranded-assets-this-decade/>
- Voora, V., Larrea, C., Huppé, G., & Nugnes, F. (2022). *IISD's State of Sustainability Initiatives Review: Standards and Investments in Sustainable Agriculture*. International Institute for Sustainable Development.
<https://www.iisd.org/system/files/2022-04/ssi-initiatives-review-standards-investments-agriculture.pdf>
- Weber, C. L., & Matthews, H. S. (2008). Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. *Environmental Science & Technology*, 42(10), 3508–3513.
<https://doi.org/10.1021/es702969f>
- Welsby, D., Price, J., Pye, S., & Ekins, P. (2021). Unextractable fossil fuels in a 1.5 °C world. *Nature*, 597(7875), 230–234.
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03821-8>
- Welsby, D., Solano-Rodriguez, B., Pye, S., Vogt-Schilb, A., 2022. Falsas expectativas: reservas de gas natural varadas y sus ingresos fiscales asociados en América Latina y el Caribe.
- Wiebe, K. S., Bruckner, M., Giljum, S., & Lutz, C. (2012). Calculating Energy-Related Co2 Emissions Embodied in International Trade Using a Global Input–Output Model. *Economic Systems Research*, 24(2), 113–139.
<https://doi.org/10.1080/09535314.2011.643293>
- World Bank. (2023). *World Bank Country and Lending Groups – World Bank Data Help Desk*.
<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>
- World Bank Group. (2022). *Peru: World Bank Group Country Climate and Development Report*.
<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/ac8ccd3d-2fe2-55d8-bea3-a2792cc873b8/content>
- WTO. (2022). *World Trade Report 2022: Climate change and international trade*.
https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/wtr22_e.htm
- WTO Secretariat. (n.d.). *DS593: European Union—Certain measures concerning palm oil and oil palm crop-based biofuels: Case summary*. Retrieved October 18, 2022, from
https://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases_e/ds593_e.htm

Anexo A: Principales exportaciones de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú

Merchandise exports from Bolivia, 2019 (USD current)				
sectoral de minimus cut off: 1% of merchandise exports at 4-digit level				
TOTAL	All Commodities		8,924,397,790	
27	Mineral fuels, mineral oils and products of their distillation; bituminous substances; mineral waxes		2,758,823,146	30.9%
	<i>2711 Petroleum gases and other gaseous hydrocarbons</i>	<i>2,758,823,146</i>		
26	Ores, slag and ash		2,011,764,965	22.5%
	<i>2608 Zinc ores and concentrates</i>	<i>1,336,580,298</i>		
	<i>2616 Precious metal ores and concentrates</i>	<i>504,067,165</i>		
	<i>2607 Lead ores and concentrates</i>	<i>171,117,502</i>		
71	Natural, cultured pearls; precious, semi-precious stones; precious metals, metals clad with precious metal, and articles thereof; imitation jewellery; coin		1,970,342,343	22.1%
	<i>7108 Gold (including gold plated with platinum) unwrought or in semi-manufactured forms, or in powder form</i>	<i>1,738,981,061</i>		
	<i>7113 Jewellery articles and parts thereof, of precious metal or of metal clad with precious metal</i>	<i>136,807,960</i>		
	<i>7106 Silver (including silver plated with gold or platinum); unwrought or in semi-manufactured forms, or in powder form</i>	<i>94,553,322</i>		
23	Food industries, residues and wastes thereof; prepared animal fodder		452,858,693	5.1%
	<i>2304 Oil-cake and other solid residues; whether or not ground or in the form of pellets, resulting from the extraction of soya-bean oil</i>	<i>452,858,693</i>		
80	Tin; articles thereof		285,162,859	3.2%
	<i>8001 Tin; unwrought</i>	<i>285,162,859</i>		
15	Animal or vegetable fats and oils and their cleavage products; prepared animal fats; animal or vegetable waxes		243,586,057	2.7%
	<i>1507 Soya-bean oil and its fractions; whether or not refined, but not chemically modified</i>	<i>243,586,057</i>		
8	Fruit and nuts, edible; peel of citrus fruit or melons		155,959,010	1.7%
	<i>801 Nuts, edible; coconuts, Brazil nuts and cashew nuts, fresh or dried, whether or not shelled or peeled</i>	<i>155,959,010</i>		
10	Cereals		90,771,860	1.0%
	<i>1008 Buckwheat, millet and canary seeds; other cereals</i>	<i>90,771,860</i>		
			Share:	89.3%

Merchandise exports from Colombia, 2019 (USD current)		Bolivianos per USD in 2020:	6.9013
sectoral de minimus cut off: 1% of merchandise exports at 4-digit level			
TOTAL	All Commodities	39,489,359,461	
		394,893,595	
27	Mineral fuels, mineral oils and products of their distillation; bituminous substances; mineral waxes		21,560,515,961 54.6%
	<i>2709 Petroleum oils and oils obtained from bituminous minerals; crude</i>	12,979,915,800	
	<i>2701 Coal; briquettes, ovoids and similar solid fuels manufactured from coal</i>	4,883,977,407	
	<i>2710 Petroleum oils and oils from bituminous minerals, not crude; preparations n.e.c. containing by weight 70% or more of petroleum oils or oils from bituminous minerals; these being the basic constituents of the preparations; waste oils</i>	2,912,291,580	
	<i>2704 Coke and semi-coke; of coal, lignite or peat, whether or not agglomerated; retort carbon</i>	784,331,174	
9	Coffee, tea, mate and spices		2,363,170,296 6.0%
	<i>901 Coffee, whether or not roasted or decaffeinated; husks and skins; coffee substitutes containing coffee in any proportion</i>	2,363,170,296	
71	Natural, cultured pearls; precious, semi-precious stones; precious metals, metals clad with precious metal, and articles thereof; imitation jewellery; coin		1,746,835,077 4.4%
	<i>7108 Gold (including gold plated with platinum) unwrought or in semi-manufactured forms, or in powder form</i>	1,746,835,077	
6	Trees and other plants, live; bulbs, roots and the like; cut flowers and ornamental foliage		1,474,824,457 3.7%
	<i>603 Flowers; cut flowers and flower buds of a kind suitable for bouquets or for ornamental purposes, fresh, dried, dyed, bleached, impregnated or otherwise prepared</i>	1,474,824,457	
8	Fruit and nuts, edible; peel of citrus fruit or melons		934,276,317 2.4%
	<i>803 Bananas, including plantains; fresh or dried</i>	934,276,317	
72	Iron and steel		545,101,180 1.4%
	<i>7202 Ferro-alloys</i>	545,101,180	
87	Vehicles; other than railway or tramway rolling stock, and parts and accessories thereof		432,011,606 1.1%
	<i>8703 Motor cars and other motor vehicles; principally designed for the transport of persons (other than those of heading no. 8702), including station wagons and racing cars</i>	432,011,606	
39	Plastics and articles thereof		394,959,863 1.0%
	<i>3902 Polymers of propylene or of other olefins, in primary forms</i>	394,959,863	
			Share: 74.6%

Merchandise exports from Ecuador, 2019 (USD current)		Pesos per USD in 2020:	3,333.3333
sectoral de minimus cut off: 1% of merchandise exports at 4-digit level			
TOTAL	All Commodities		22,329,378,718
27	Mineral fuels, mineral oils and products of their distillation; bituminous substances; mineral waxes		8,677,248,749 38.9%
	<i>2709 Petroleum oils and oils obtained from bituminous minerals; crude</i>	7,731,162,685	
	<i>2710 Petroleum oils and oils from bituminous minerals, not crude; preparations n.e.c. containing by weight 70% or more of petroleum oils or oils from bituminous minerals; these being the basic constituents of the preparations; waste oils</i>	946,086,064	
3	Fish and crustaceans, molluscs and other aquatic invertebrates		3,901,558,585 17.5%
	<i>306 Crustaceans; in shell or not, live, fresh, chilled, frozen, dried, salted or in brine; smoked, cooked or not before or during smoking; in shell, steamed or boiled, whether or not chilled, frozen, dried, salted or in brine; edible flours, meals, pellets</i>	3,901,558,585	
8	Fruit and nuts, edible; peel of citrus fruit or melons		3,310,588,274 14.8%
	<i>803 Bananas, including plantains; fresh or dried</i>	3,310,588,274	
16	Meat, fish or crustaceans, molluscs or other aquatic invertebrates; preparations thereof		1,187,323,717 5.3%
	<i>1604 Prepared or preserved fish; caviar and caviar substitutes prepared from fish eggs</i>	1,187,323,717	
6	Trees and other plants, live; bulbs, roots and the like; cut flowers and ornamental foliage		879,778,942 3.9%
	<i>603 Flowers; cut flowers and flower buds of a kind suitable for bouquets or for ornamental purposes, fresh, dried, dyed, bleached, impregnated or otherwise prepared</i>	879,778,942	
18	Cocoa and cocoa preparations		657,272,145 2.9%
	<i>1801 Cocoa beans; whole or broken, raw or roasted</i>	657,272,145	
			Share: 83.4%

Merchandise exports from Peru, 2019 (USD current)		currency: soles. Soles per USD in 202	3.4948
sectoral de minimus cut off: 1% of merchandise exports at aggregated 4-digit level			
TOTAL	All Commodities		46,131,564,759
26	Ores, slag and ash		17,052,226,139 37.0%
	2603 Copper ores and concentrates	12,191,877,269	
	2601 Iron ores and concentrates; including roasted iron pyrites	978,982,236	
	2607 Lead ores and concentrates	977,934,948	
	2608 Zinc ores and concentrates	1,634,039,033	
	2613 Molybdenum ores and concentrates	644,683,122	
	2616 Precious metal ores and concentrates	624,709,531	
71	Natural, cultured pearls; precious, semi-precious stones; precious metals, metals clad with precious metal, and articles thereof; imitation jewellery; coin		6,750,540,738 14.6%
	7108 Gold (including gold plated with platinum) unwrought or in semi-manufactured forms, or in powder form	6,750,540,738	
27	Mineral fuels, mineral oils and products of their distillation; bituminous substances; mineral waxes		2,991,030,188 6.5%
	2710 Petroleum oils and oils from bituminous minerals, not crude; preparations n.e.c. containing by weight 70% or more of petroleum oils or oils from bituminous minerals; these being the basic constituents of the preparations; waste oils	2,365,596,965	
	2711 Petroleum gases and other gaseous hydrocarbons	625,433,223	
8	Fruit and nuts, edible; peel of citrus fruit or melons		2,795,164,027 6.1%
	804 Dates, figs, pineapples, avocados, guavas, mangoes and mangosteens; fresh or dried	1,024,913,245	
	806 Grapes; fresh or dried	880,423,045	
	810 Fruit, fresh; n.e.c. in chapter 08	889,827,737	
74	Copper and articles thereof		1,623,092,957 3.5%
	7403 Copper; refined and copper alloys, unwrought	1,623,092,957	
23	Food industries, residues and wastes thereof; prepared animal fodder		1,529,323,291 3.3%
	2301 Flours, meal and pellets, of meat or meat offal, of fish or of crustaceans, molluscs or other aquatic invertebrates, unfit for human consumption; greaves	1,529,323,291	
79	Zinc and articles thereof		739,387,973 1.6%
	7901 Zinc; unwrought	739,387,973	
3	Fish and crustaceans, molluscs and other aquatic invertebrates		697,195,824 1.5%
	307 Molluscs; whether in shell or not, live, fresh, chilled, frozen, dried, salted or in brine; smoked molluscs, whether in shell or not, cooked or not before or during the smoking process; flours, meals and pellets of molluscs, fit for human consumption	697,195,824	
9	Coffee, tea, mate and spices		636,834,747 1.4%
	901 Coffee, whether or not roasted or decaffeinated; husks and skins; coffee substitutes containing coffee in any proportion	636,834,747	
			Share: 75.5%

Anexo B: Metodología, advertencias

Los dos pasos principales de la evaluación son 1) atribuir las emisiones nacionales directamente a los sectores de producción económica (es decir, las emisiones de Alcance 1) y 2) estimar las emisiones de Alcance 2 y 3 asociadas a las emisiones de Alcance 1 que se transmiten a través de la producción a otras industrias, gastos de consumo final, formación de capital o exportaciones.

Las emisiones directas que se notifican en las tablas del formato común de notificación (FCI) de los inventarios nacionales que se envían a la CMNUCC se asignan a los sectores industriales económicos de insumo-producto identificados en las tablas nacionales disponibles y a los hogares.

El objetivo es cartografiar las emisiones nacionales que sean del mismo año que las tablas de insumo-producto, pero se permitió una variación de varios años para algunos países, ya que eran los únicos datos disponibles (véanse las descripciones de los métodos específicos de cada país en la sección 2). Las tablas

de insumo-producto a veces están disponibles para distintos países a diferentes niveles de desagregación, pero como algunos países sólo disponían de desagregación industrial para 70-100 industrias, se seleccionaron tablas de insumo-producto a este nivel de desagregación para todos los países.

Cartografía de las emisiones directas: La asignación de las emisiones directas (Alcance 1) a la industria o a los hogares se basó en una lista preferente de métodos de asignación:

1. **La asignación directa** (emisiones todas a un único sector industrial) se utilizó cuando estas emisiones pertenecían claramente a una única categoría industrial. Por ejemplo, las emisiones de la RIN clasificadas como emisiones de la quema de combustibles fósiles para la producción de electricidad podían vincularse todas directamente a la categoría del sector de la industria eléctrica.
2. **Asignación indirecta** basada en los datos de actividad de salida del sector. Si se sabe que las emisiones pertenecen a varias categorías industriales diferentes, puede ser posible dividir las emisiones en función de la actividad económica a partir de la tabla de insumo-producto. Por ejemplo, las emisiones energéticas asociadas a la industria química podrían dividirse entre varias categorías del sector químico (por ejemplo, productos químicos básicos, productos farmacéuticos, productos de caucho y plástico) utilizando la respectiva demanda de salida intermedia de productos de refinado y servicios de gas natural de cada una de estas industrias para determinar la división de las emisiones.
3. **Asignación indirecta basada en la producción total del sector económico.** Si se sabe que las emisiones pertenecen a varias categorías industriales diferentes, las emisiones se dividen en función de la actividad de producción económica total de los sectores. Por ejemplo, las emisiones de N_2O de los suelos agrícolas asociadas a las categorías de la industria agrícola podrían dividirse entre varias categorías industriales (por ejemplo, producción de café, producción de cereales, producción de plátanos) utilizando la producción total respectiva de estos sectores para determinar la división de las emisiones.

Obsérvese que cuando está claro que las emisiones de Alcance 1 forman parte de actividades de los hogares que sólo se atribuyen indirectamente a la actividad de la industria (es decir, las emisiones son emisiones descendentes de Alcance 3 para la industria y no emisiones de Alcance 1 atribuidas directamente a la actividad de la industria), entonces se asignan a los gastos de los hogares. Los dos ejemplos principales y más importantes de esto son las emisiones de la calefacción por combustible residencial y las emisiones del transporte personal de pasajeros de los hogares. Aunque los productos de combustible se venden a los hogares, las emisiones directas reales no son emisiones de alcance 1 de la industria y, por tanto, no forman parte de la responsabilidad por emisiones de alcance 1 de los sectores asociados de distribución y refinado de combustible.

Las emisiones o sumideros de UTCUTS se asociaron a sectores económicos sólo cuando existía una correlación directa aparente con una actividad económica de la industria. Las emisiones y sumideros de LULUCF asociados a humedales y asentamientos nunca se asociaron a la actividad de la industria (emisiones no cartografiadas). Las emisiones o sumideros de las tierras de cultivo siempre se asociaron a la agricultura primaria y específicamente a las categorías de producción de cultivos. Si había varios sectores industriales de producción de cultivos (por ejemplo, café, plátanos, etc.), se subasignaron en función de la producción o de la superficie de tierra. Las emisiones o sumideros de los pastizales se asociaron siempre a la producción animal (es decir, al pastoreo), o a la agricultura si no existía una designación separada de la industria de producción animal. En el caso de las emisiones y sumideros de

tierras forestales, siempre que fue posible identificamos las emisiones y sumideros que procedían de bosques gestionados y éstas se vincularon directamente al sector de la industria forestal.

Además, las emisiones y los sumideros de Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) no siempre se asignan a la actividad y los sectores industriales. En estos sectores, las emisiones y los sumideros están relacionados con el cambio en la biomasa, ya sea como resultado de un cambio en las reservas de carbono de los usos de la tierra existentes o como resultado de un cambio de uso de la tierra de un tipo a otro. La atribución a sectores industriales sólo se realizó cuando existía una correlación directa aparente con una actividad económica industrial. Las emisiones y sumideros de LULUCF asociados a humedales y asentamientos nunca se asociaron a la actividad industrial (emisiones no cartografiadas). Las emisiones o sumideros de las tierras de cultivo siempre se asociaron a la agricultura primaria y específicamente a las categorías de producción de cultivos. Si había varios sectores industriales de producción de cultivos (por ejemplo, café, plátanos, etc.), se subasignaron en función de la producción o de la superficie de tierra. Las emisiones o sumideros de los pastizales se asociaron siempre a la producción animal (es decir, al pastoreo), o a la agricultura si no existía una designación separada de la industria de producción animal. En el caso de las emisiones y sumideros de tierras forestales, siempre que fue posible identificamos las emisiones y sumideros que procedían de bosques gestionados y éstas se vincularon directamente al sector de la industria forestal.

Las emisiones y los sumideros de LULUCF presentan un alto grado de incertidumbre, ya que no sólo son difíciles de medir, sino que las metodologías son incoherentes entre países. También están sujetos a cambios anuales muy grandes debidos a condiciones que no están necesariamente correlacionadas de forma directa con las actividades de la industria en un año determinado. Esta incertidumbre se analiza más adelante.

Emisiones indirectas: Una vez que las emisiones de Alcance 1 han sido atribuidas a los sectores industriales, es posible rastrear estas emisiones de Alcance 1 a través de la economía, utilizando tablas de insumo-producto o tablas de uso hasta su eventual encarnación en categorías de uso final. Estas categorías de uso final incluyen el Consumo Final (es decir, los gastos de los hogares y del gobierno), la Formación de Capital (emisiones incorporadas en equipos, edificios, infraestructuras o propiedad intelectual) o las Exportaciones. Las emisiones incorporadas son esencialmente emisiones de Alcance 2 y Alcance 3 que se transmiten desde la industria ascendente. La industria puede transferir no sólo las emisiones de Alcance 1, sino que, dado que la industria consume producción, también transfiere las emisiones de Alcance 2 y Alcance 3 que están relacionadas con sus insumos (es decir, las emisiones aguas arriba).

Las tablas de uso definen cuánta producción es consumida por las industrias intermedias y cuánta pasa al Consumo Final, la Formación de Capital y las Exportaciones. Aquí existe la suposición general de que, para cada sector industrial, las emisiones pasan con la misma intensidad de emisión, de modo que, por ejemplo, un dólar de producción de electricidad consumido por los hogares o consumido por el sector siderúrgico, tiene la misma intensidad de emisión (por ejemplo, 50 tCO₂e/millón\$ de producción). Se trata de una simplificación, ya que, por ejemplo, el sector doméstico podría obtener la electricidad de una red diferente (con una intensidad de emisión diferente) que el sector siderúrgico, pero el constructo nos permite rastrear y traspasar todas las emisiones, ya que las tablas de insumo-producto están equilibradas.

Dado que una parte de las emisiones directas fluye a través de la producción que es adquirida por otros sectores industriales, el modelo utiliza un enfoque iterativo (10 iteraciones) hasta que todas las emisiones

de Alcance 2 y Alcance 3 se asignan al consumo o uso final (es decir, consumo final, formación de capital o exportaciones). La asignación de emisiones se basa en el valor en dólares de la producción en la tabla de uso. El resultado es esencialmente equivalente al método a menudo utilizado de invertir las matrices de insumo-producto, ya que después de suficientes iteraciones los resultados se aproximarán asintóticamente a los resultados de la matriz invertida. Nuestras pruebas mostraron que 10 iteraciones eran suficientes para dar lugar a diferencias estadísticamente insignificantes en las cifras de las emisiones finales atribuidas.

Este modelo puede utilizarse entonces no sólo para sumar las emisiones de Alcance 1, Alcance 2 y Alcance 3 y las intensidades de emisión asociadas a todos los sectores de producción de la industria (es decir, tCO₂e/\$ de producción también puede expresarlo para los gastos, la formación de capital o las exportaciones (es decir, tCO₂e/\$ de gasto). El modelo también puede rastrear de dónde proceden las emisiones de alcance 2 y 3, de modo que para cualquier sector industrial podemos resumir los sectores que contribuyen a las emisiones que se incorporan a su producción.

Hay varias cosas clave a tener en cuenta. La producción debe expresarse únicamente como producción nacional. En otras palabras, debe restarse la contribución de las importaciones a la producción económica total. La razón de ello es que las importaciones podrían incorporarse con intensidades de emisión completamente diferentes, y desde la perspectiva de la competitividad del carbono sólo nos interesa comprender la intensidad de las emisiones de la producción nacional. Aunque es posible que algunas importaciones se reexporten, para las comparaciones entre países de la competitividad del carbono es mejor considerar sólo una visión nacional. Se parte del supuesto simplificador de que un dólar importado tiene el mismo efecto en la producción final que un dólar de producción nacional.

Otras advertencias:

1. La asignación de emisiones mediante tablas input-output es imperfecta, ya que cada sector tendrá una producción diferenciada con distintas intensidades de emisión. Como resultado, algunos insumos intermedios tendrán mayor intensidad de emisiones que otros.
2. La asignación de emisiones y sumideros de LULUCF es muy incierta. Las contribuciones directas de la actividad industrial a las emisiones y sumideros de UTCUTS en un año determinado son difíciles de determinar. También existen metodologías contables muy diferentes para las emisiones de LULUCF. Dado que estas emisiones y sumideros pueden ser muy grandes, pueden abrumar las emisiones directas de las categorías de los sectores de la energía, los residuos, la IPPU y la agricultura, lo que conduce a intensidades de emisiones de Alcance 1 y 3 que tienen una incertidumbre significativamente mayor.
3. Algunas emisiones están asociadas a la combustión de combustibles o al uso de productos que han sido adquiridos por los hogares. Las fuentes de emisión más significativas, el uso residencial de combustibles y el uso de combustibles en el transporte personal, se han asignado en esta metodología a los hogares. Hay otras emisiones que también deberían asignarse a los hogares, como los productos no energéticos procedentes de los combustibles y el uso de disolventes y los usos de productos como sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono también podrían estar asociados al uso de productos domésticos.

Anexo C: Índices de exposición al mercado basados en el clima

5 largest export destinations by sector, merchandise exports from Bolivia, 2019 (USD current)
sectoral de minimus cut off: 1% of merchandise exports

TOTAL	All Commodities	8,924,397,790					
			Income	Country risk (CR)	Climate Action Tracker rating	Market risk index (/100)	
27	Mineral fuels, mineral oils and products of their distillation; bituminous substances; mineral waxes	2,823,654,905	31.6%				
	Brazil	1,457,756,209		2	0	3	21.8
	Argentina	1,267,666,340		2	0	3	19.0
	Saint Lucia	21,483,108		2	0		0.3
	Paraguay	19,662,497		2	0		0.2
	Peru	19,567,935		2	0	4	0.3
							42
26	Ores, slag and ash	2,049,137,799	23.0%				
	Japan	709,548,853		3	1	3	24.2
	China	350,127,407		2	0	3	7.2
	Rep. of Korea	312,663,154		3	0	2	7.1
	Australia	159,619,897		3	1	3	5.5
	Belgium	146,149,645		3	2	4	6.7
							51
71	Natural, cultured pearls; precious, semi-precious stones; precious metals, metals clad with precious metal, and articles thereof; imitation jewellery;	1,972,351,074	22.1%				
	United Arab Emirates	848,896,164		3	0	3	23.0
	India	739,931,467		1	0	3	11.7
	USA	149,130,424		3	2	3	6.6
	Italy	77,643,910		3	2	4	3.7
	Turkey	72,185,885		2	0	1	1.1
							46
23	Food industries, residues and wastes thereof; prepared animal fodder	468,575,760	5.3%				
	Peru	229,126,165		2	0	4	23.9
	Colombia	170,976,170		2	0	3	15.4
	Chile	32,974,751		3	0	4	4.2
	Ecuador	22,268,525		2	0		1.6
	Myanmar	5,450,328		1	0		0.2
							45
15	Animal or vegetable fats and oils and their cleavage products; prepared animal fats; animal or vegetable waxes	287,733,603	3.2%				
	Colombia	163,990,409		2	0	3	24.1
	Ecuador	101,455,330		2	0		11.8
	Peru	15,672,047		2	0	4	2.7
	Chile	6,004,747		3	0	4	1.3
	Argentina	265,594		2	0	3	0.0
							40
80	Tin; articles thereof	285,211,678	3.2%				
	USA	150,328,858		3	2	3	45.7
	Netherlands	78,502,841		3	2	4	25.7
	Spain	42,521,979		3	2	4	13.9
	Mexico	5,735,824		2	0	2	0.7
	Japan	2,496,520		3	1	3	0.6
							87
8	Fruit and nuts, edible; peel of citrus fruit or melons	186,823,710	2.1%				
	Netherlands	49,920,745		3	2	4	24.9
	Argentina	28,536,503		2	0	3	6.4
	United Kingdom	24,945,962		3	2	4	12.5
	Germany	24,448,184		3	2	4	12.2
	USA	22,431,953		3	2	3	10.4
							66
10	Cereals	99,407,809	1.1%				
	USA	39,583,459		3	2	3	34.5
	France	10,241,446		3	2	4	9.6
	Germany	8,520,604		3	2	4	8.0
	China	6,437,091		2	0	3	2.7
	Canada	5,760,739		3	2	2	4.6
							59

Merchandise exports from Colombia, 2019 (USD current)						
de minimus cut off: USD 10M						
TOTAL	All Commodities	39,489,359,461				
			income	Country risk (CR)	Climate Action Tracker rating	Market risk index (/100)
27	Mineral fuels, mineral oils and products of their distillation; bituminous substances; mineral waxes	21,631,821,238	54.8%			
	USA	7,281,085,818		3	2	3
	China	4,045,052,350		2	0	3
	Panama	2,049,320,693		3	0	3
	Turkey	1,125,402,419		2	0	1
	Saint Lucia	867,236,727		2	0	0
						43
9	Coffee, tea, mate and spices	2,376,441,108	6.0%			
	USA	1,061,985,566		3	2	3
	Germany	193,024,029		3	2	4
	Japan	184,324,457		3	1	3
	Canada	176,465,222		3	2	2
	Belgium	122,289,991		3	2	4
						62
71	Natural, cultured pearls; precious, semi-precious stones; precious metals, metals clad with precious metal, and articles thereof; imitation jewellery; coin	1,961,815,996	5.0%			
	USA	590,955,050		3	2	3
	Italy	456,032,284		3	2	4
	Free Zones	319,154,749				0
	United Arab Emirates	155,597,741		3	0	3
	Switzerland	145,702,571		3	0	3
						40
6	Trees and other plants, live; bulbs, roots and the like; cut flowers and ornamental foliage	1,495,636,125	3.8%			
	USA	1,166,308,687		3	2	3
	Japan	52,988,980		3	1	3
	United Kingdom	45,469,608		3	2	4
	Netherlands	39,359,480		3	2	4
	Canada	38,666,494		3	2	2
						77
39	Plastics and articles thereof	1,471,826,462	3.7%			
	Brazil	415,451,201		2	0	3
	USA	179,132,875		3	2	3
	Ecuador	126,890,654		2	0	1
	Mexico	114,977,204		2	0	2
	Peru	111,341,626		2	0	4
						31
8	Fruit and nuts, edible; peel of citrus fruit or melons	1,158,487,472	2.9%			
	Belgium	216,627,629		3	2	4
	United Kingdom	193,911,204		3	2	4
	Netherlands	170,035,007		3	2	4
	USA	169,150,452		3	2	3
	Italy	127,361,327		3	2	4
						70
87	Vehicles; other than railway or tramway rolling stock, and parts and accessories thereof	656,726,355	1.7%			
	Ecuador	318,387,373		2	0	10
	Mexico	144,450,555		2	0	2
	Argentina	55,308,026		2	0	3
	USA	41,669,324		3	1	3
	Chile	36,278,454		3	0	4
						31
72	Iron and steel	604,934,500	1.5%			
	China	398,811,761		2	0	3
	China, Hong Kong SAR	35,787,084		3	0	2
	Japan	33,421,910		3	1	3
	Netherlands	28,240,701		3	2	4
	Germany	28,171,937		3	2	4
						42
15	Animal or vegetable fats and oils and their cleavage products; prepared animal fats; animal or vegetable waxes	524,791,369	1.3%			
	Netherlands	135,640,395		3	2	4
	Ecuador	98,952,960		2	0	4
	Spain	46,004,575		3	2	4
	Mexico	45,427,798		2	0	2
	Germany	34,888,932		3	2	4
						46
17	Sugars and sugar confectionery	484,634,736	1.2%			
	USA	97,624,624		3	2	3
	Peru	80,791,370		2	0	4
	Chile	51,722,494		3	0	4
	Ecuador	35,614,107		2	0	1
	Haiti	22,456,146		1	0	0
						34
33	Essential oils and resinoids; perfumery, cosmetic or toilet preparations	483,056,313	1.2%			
	Peru	118,130,038		2	0	4
	Ecuador	96,618,067		2	0	4
	Mexico	80,667,370		2	0	2
	Chile	39,921,248		3	0	4
	Dominican Rep.	21,073,757		2	0	1
						28
38	Chemical products n.e.c.	476,850,060	1.2%			
	Brazil	137,468,978		2	0	3
	Ecuador	76,063,021		2	0	3
	Mexico	55,682,151		2	0	2
	Peru	41,847,037		2	0	4
	Argentina	22,414,105		2	0	3
						26
85	Electrical machinery and equipment and parts thereof; sound recorders and reproducers; television image and sound recorders and reproducers, parts and accessories of such articles	475,268,460	1.2%			
	USA	110,887,700		3	2	3
	Ecuador	74,436,603		2	0	3
	Peru	66,601,615		2	0	4
	Mexico	28,957,828		2	0	2
	Chile	28,700,854		3	0	4
						36
84	Nuclear reactors, boilers, machinery and mechanical appliances; parts thereof	413,338,146	1.0%			
	USA	98,828,173		3	2	3
	Ecuador	75,968,802		2	0	4
	Peru	36,486,257		2	0	4
	Mexico	29,648,754		2	0	2
	Guatemala	24,475,324		2	0	1
						33

5 largest export destinations by sector, merchandise exports from Ecuador, 2019 (USD current)							
sectoral de minimus cut off: 1% of merchandise exports							
TOTAL	All Commodities	22,329,378,718					
				Income	Country risk (CR)	Climate Action Tracker rating	Market risk index (/100)
27	Mineral fuels, mineral oils and products of their distillation; bituminous substances; mineral waxes	8,746,465,196	39.2%				
	USA	4,017,336,525		3	2	3	40
	Panama	1,873,834,876		3	0		11
	Chile	1,214,510,377		3	0	4	8
	Peru	610,611,303		2	0	4	3
	China	261,623,564		2	0	3	1
							64
3	Fish and crustaceans, molluscs and other aquatic invertebrates	4,241,981,442	19.0%				
	China	2,133,243,358		2	0	3	21
	USA	712,119,253		3	2	3	15
	Viet Nam	328,248,915		1	0	1	1
	Spain	250,426,713		3	2	4	6
	France	189,760,256		3	2	4	4
							47
8	Fruit and nuts, edible; peel of citrus fruit or melons	3,490,732,648	15.6%				
	Russian Federation	643,853,810		2	0	2	7
	USA	580,706,109		3	2	3	14
	Turkey	232,049,280		2	0	1	2
	China	220,466,132		2	0	3	3
	Germany	171,621,717		3	2	4	5
							30
16	Meat, fish or crustaceans, molluscs or other aquatic invertebrates; preparations thereof	1,207,336,602	5.4%				
	Spain	290,422,948		3	2	4	22
	Netherlands	155,794,249		3	2	4	12
	USA	150,918,700		3	2	3	11
	Colombia	140,693,180		2	0	3	5
	Italy	91,707,046		3	2	4	7
							57
6	Trees and other plants, live; bulbs, roots and the like; cut flowers and ornamental foliage	887,030,032	4.0%				
	USA	402,279,326		3	2	3	39
	Russian Federation	128,237,237		2	0	2	5
	Netherlands	75,829,838		3	2	4	8
	Italy	32,236,220		3	2	4	3
	Spain	26,911,612		3	2	4	3
							59
18	Cocoa and cocoa preparations	763,896,885	3.4%				
	Indonesia	168,810,687		2	0	3	9
	USA	140,853,946		3	2	3	16
	Netherlands	109,521,886		3	2	4	13
	Malaysia	72,331,464		2	0		3
	Mexico	60,084,093		2	0	2	3
							45
44	Wood and articles of wood; wood charcoal	463,742,189	2.1%				
	China	132,405,584		2	0	3	12
	USA	91,176,054		3	2	3	17
	Colombia	75,411,989		2	0	3	7
	India	51,569,303		1	0	3	3
	Peru	45,547,340		2	0	4	5
							44
20	Preparations of vegetables, fruit, nuts or other parts of plants	215,807,031	1.0%				
	USA	96,132,633		3	2	3	39
	Netherlands	26,421,591		3	2	4	11
	France	18,643,662		3	2	4	8
	Chile	16,697,694		3	0	4	5
	Spain	9,269,562		3	2	4	4
							67

5 largest export destinations by sector, merchandise exports from Peru, 2019 (USD current)						
sectoral de minimus cut off: 1% of merchandise exports at 2-digit level						
TOTAL	All Commodities	46,131,564,759	Income	Country risk (CR)	Climate Action Tracker rating	Market risk index (/100)
26	Ores, slag and ash	17,052,540,713	37.0%			
	China	10,618,328,858	2	0	3	26
	Rep. of Korea	1,459,146,405	3	0	2	4
	Japan	1,224,976,943	3	1	3	5
	Germany	567,113,321	3	2	4	3
	Brazil	418,622,913	2	0	3	1
						39
71	Natural, cultured pearls; precious, semi-precious stones; precious metals, metals clad with precious metal, and articles thereof; imitation jewellery; coin	7,194,265,931	15.6%			
	Switzerland	2,253,045,186	3	0	3	17
	Canada	1,846,838,541	3	2	2	21
	India	1,499,474,455	1	0	3	6
	United Arab Emirates	964,243,845	3	0	3	7
	USA	483,706,492	3	2	3	6
						57
8	Fruit and nuts, edible; peel of citrus fruit or melons	3,412,708,766	7.4%			
	USA	1,346,818,966	3	2	3	34
	Netherlands	767,567,087	3	2	4	21
	United Kingdom	241,352,735	3	2	4	7
	Spain	171,919,244	3	2	4	5
	China	152,075,010	2	0	3	2
						68
27	Mineral fuels, mineral oils and products of their distillation; bituminous substances; mineral waxes	3,169,075,463	6.9%			
	USA	510,050,916	3	2	3	14
	Brazil	394,986,198	2	0	3	5
	Panama	394,970,064	2	0	4	4
	Japan	325,376,293	3	1	3	7
	Rep. of Korea	282,636,084	3	0	2	4
						35
74	Copper and articles thereof	2,086,453,903	4.5%			
	China	1,001,671,959	2	0	3	20
	Italy	267,037,677	3	2	4	12
	Brazil	197,578,926	2	0	3	4
	Rep. of Korea	180,395,108	3	0	2	4
	USA	160,730,690	3	2	3	7
						47
23	Food industries, residues and wastes thereof; prepared animal fodder	1,759,942,233	3.8%			
	China	1,119,737,083	2	0	3	27
	Ecuador	227,358,964	2	0	4	4
	Japan	116,385,826	3	1	3	5
	Viet Nam	65,670,750	1	0	1	1
	Germany	46,941,786	3	2	4	2
						39
3	Fish and crustaceans, molluscs and other aquatic invertebrates	1,204,590,650	2.6%			
	Spain	225,603,057	3	2	4	17
	China	197,169,335	2	0	3	7
	USA	180,603,999	3	2	3	13
	Rep. of Korea	109,061,883	3	0	2	4
	Japan	68,142,380	3	1	3	4
						46
61	Apparel and clothing accessories; knitted or crocheted	914,126,970	2.0%			
	USA	625,692,592	3	2	3	59
	Brazil	51,062,695	2	0	3	2
	Germany	27,981,944	3	2	4	3
	Chile	26,419,168	3	0	4	2
	Canada	25,455,845	3	2	2	2
						66
79	Zinc and articles thereof	796,507,283	1.7%			
	USA	163,357,469	3	2	3	18
	Belgium	75,290,793	3	2	4	9
	Other Asia, nes	54,143,373				0
	Germany	56,082,081	3	2	4	7
	Thailand	46,218,904	2	0	1	2
						35
9	Coffee, tea, mate and spices	775,377,114	1.7%			
	USA	229,008,311	3	2	3	26
	Germany	147,196,147	3	2	4	18
	Belgium	64,127,156	3	2	4	8
	Sweden	38,461,338	3	2	4	5
	Canada	37,459,238	3	2	2	4
						60
7	Vegetables and certain roots and tubers; edible	679,211,459	1.5%			
	USA	374,913,101	3	2	3	48
	Spain	62,317,900	3	2	4	9
	United Kingdom	51,696,462	3	2	4	7
	Netherlands	46,677,490	3	2	4	6
	Japan	18,035,810	3	1	3	2
						72
20	Preparations of vegetables, fruit, nuts or other parts of plants	582,148,560	1.3%			
	USA	263,737,959	3	2	3	39
	Spain	103,129,572	3	2	4	17
	Netherlands	44,974,856	3	2	4	7
	France	33,606,505	3	2	4	5
	Brazil	30,183,342	2	0	2	2
						70
39	Plastics and articles thereof	549,750,888	1.2%			
	Colombia	86,517,045	2	0	3	7
	USA	85,126,624	3	2	3	13
	Bolivia (Plurinational State of)	71,549,018	1	0	4	2
	Chile	65,064,876	3	0	4	7
	Ecuador	55,729,148	2	0	4	3
						33
15	Animal or vegetable fats and oils and their cleavage products; prepared animal fats; animal or vegetable waxes	507,632,664	1.1%			
	Canada	77,583,097	3	2	2	12
	Denmark	72,144,449	3	2	4	13
	Belgium	58,832,895	3	2	4	11
	China	48,024,315	2	0	3	4
	Chile	42,307,697	3	0	4	5
						45