



CANNING HOUSE RESEARCH FORUM

El comercio en América Latina en la era del cambio climático: Impacto, oportunidades y opciones de políticas públicas



Amir Lebdioui

Canning House Research Fellow
London School of Economics and Political Science
Mayo 2022

Índice

Introducciones	2
Listas de figuras, tablas y cuadros	2
Prólogo	3
Sobre el autor	4
Reconocimientos	4
Resumen ejecutivo	5
Acrónimos	11
Glosario	12
Introducción	13
Vulnerabilidad comercial de América Latina al cambio climático y cómo mitigarla	17
Resumen	17
Efectos de la agenda de descarbonización en los recursos no renovables de América Latina	21
Panorama general de las energías renovables	27
Resumen	27
Implementación de recursos renovables y acceso energético	28
La biodiversidad en el contexto comercial	52
Visión general del papel central de la biodiversidad en América Latina	52
Mercados de carbono y compensación por los servicios de los ecosistemas	53
Dependencia del ecoturismo: beneficios y limitaciones	56
Innovación basada en la biodiversidad	60
El camino a seguir: Políticas recomendadas	63
Desarrollo de capacidades a nivel nacional	63
Desarrollo de capacidades a nivel regional	73
¿Un Pacto Verde latinoamericano?	76
Comentarios finales	83
Otras publicaciones de este autor	85

Lista de figuras

- Figura 1. Pérdida porcentual en el PIB per cápita hacia el 2100 de no haber políticas sobre cambio climático
- Figura 2. Mapa de economías dependientes de materias primas (2013–2017)
- Figura 3. Uso de minerales en tecnologías clave de bajas emisiones de carbono
- Figura 4. Evolución prevista de la demanda de minerales esenciales clave
- Figura 5. Participación de América Latina en las reservas de minerales esenciales
- Figura 6. Capacidad de generación de energía renovable por regiones, en kWh per cápita (2000–2019)
- Figura 7. Mapa de capacidad de generación de energía renovable per cápita (2019)
- Figura 8. Consumo eléctrico per cápita por fuente, 2020
- Figura 9. Inversiones en energía renovable (2010–2021)
- Figura 10. Inversión en energías renovables en América Latina y el Caribe, por país
- Figura 11. Inversión en energías renovables en América Latina y el Caribe, por tecnología
- Figura 12. Indicadores clave sobre energías renovables en Paraguay
- Figura 13. Empleos en los sectores de las energías renovables por país latinoamericano (2020)
- Figura 14. Empleos en el sector de las energías renovables en América Latina por fuente de energía
- Figura 15. Indicadores clave sobre energías renovables en Paraguay
- Figura 13. Empleos en los sectores de las energías renovables por país latinoamericano (2020)
- Figura 14. Empleos en el sector de las energías renovables en América Latina por fuente de energía
- Figura 15. Participación de mercado en turbinas eólicas en América Latina, por empresa
- Figura 16. Evolución de las patentes de energías renovables en América Latina, 2009–2020 (acumulativa)
- Figura 17. Inversión (pública y privada) mundial planificada en I+D de energía eólica, 2019–2028
- Figura 18. Inversión en I+D por región del mundo (% PIB)
- Figura 19. Porcentaje de operadores de ecoturismo basados en EEUU que ofrecen productos por país
- Figura 20. Consecuencias de la dependencia excesiva en el turismo para las islas Galápagos
- Figura 21. Diagrama que ilustra los objetivos de un Nuevo Pacto Verde
- Figura 22. Ejemplos del impacto multisectorial de un Pacto Verde latinoamericano
- Figura 23. Es esencial contar con una coordinación integral de políticas para un Pacto Verde latinoamericano

Lista de tablas

- Tabla 1. Políticas industriales verdes a corto y largo plazo para lograr una transformación sostenible

List of Boxes

- Box 1. Empleos en el sector de las energías renovables en Brasil
- Box 2. Esfuerzos de I+D de Brasil en el sector de biocombustibles
- Box 3. Estrategia de hidrógeno verde de Chile
- Box 4. Estrategia bioeconómica de Costa Rica
- Box 5. Estrategia de crecimiento verde de Colombia
- Box 6. El Plan de Desarrollo Productivo Verde y el programa Empleos Verdes de Argentina
- Box 7. Start-up Chile
- Box 8. Ejemplos de medidas que podrían implementarse como parte de un Pacto Verde latinoamericano

Prólogo

Bienvenido al segundo informe del Canning House Research Forum del LSE.

El Canning House Forum es organizado por el Centro para Latinoamérica y el Caribe de LSE (LACC) y es un programa plurianual continuo de investigación y participación en políticas en torno al tema global "El futuro del comercio en América Latina y el Caribe". Organizado por el LACC de LSE, el programa consiste en una serie de proyectos de investigación individuales concentrados en políticas, cuyo objetivo es el progreso del conocimiento académico y ofrecer reflexiones sobre la aplicación práctica de la elaboración de políticas económicas, sociales y empresariales.

En 2021, el foro elaboró su primer informe, con el título "Desigualdad y diversificación del comercio: ¿Cómo reducir la desigualdad de ingresos en América Latina, más allá del auge de las materias primas?" Escrito por el Dr. Amir Lebdioui, el primer investigador de Canning House, fue lanzado el 19 de enero a través de un panel de discusión en línea con la profesora Vanessa Rubio Márquez (LSE), la Dra. Marcela Meléndez (Economista jefe del PNUD América Latina y el Caribe) y el Sr. Antonio Celia (LSE). Si desea una copia del informe en inglés, portugués o español y ver la grabación del evento en inglés con interpretación simultánea en portugués y español, puede descargarlos en www.lse.ac.uk/lacc/events/inequality-and-trade-diversification.

El segundo informe aborda el tema vital del comercio en la era del cambio climático. Como deja en claro el informe, los gobiernos de América Latina y el Caribe enfrentan enormes desafíos debido la amenaza del cambio climático, y están intentando mitigar sus impactos. Como contribución original para comprenderlo, el informe considera los posibles efectos del cambio climático en el comercio con y en la región. Aborda cómo afecta la especialización comercial que tienen actualmente los países de la región su resiliencia ante los efectos del cambio climático. Analiza qué oportunidades podrían surgir a partir de la agenda mundial de descarbonización y qué factores podrían dar a los países de la región la posibilidad de aprovecharlas. ¿Podrán las ganancias previstas gracias al auge de los minerales necesarios para producir tecnologías bajas en carbono compensar en el largo plazo la pérdida de ingresos y empleos provocada por la menor demanda de combustibles fósiles? ¿Puede la biodiversidad única de la región aprovecharse como herramienta comercial? ¿Cómo hacerlo? ¿Cómo pueden los gobiernos, el sector privado y los organismos de desarrollo internacional apoyar la transformación de la estructura comercial de la región en industrias y servicios de bajas medidas de carbono?

El informe refleja la misión de Canning House y del Centro para Latinoamérica y el Caribe del LSE de investigar las políticas y aplicaciones prácticas, y promover la discusión y el entendimiento de y con América Latina con el fin de favorecer a gobiernos, empresas y sociedad civil. Esperamos que las perspectivas de este informe resulten valiosas para ministros y parlamentarios gubernamentales, responsables de la elaboración de políticas y reguladores, líderes de opinión y otros organismos de investigación y laboratorios de ideas, ya sea en el Reino Unido o en cualquier lugar donde exista interés o interés potencial por la región; y, por supuesto, en los mismos América Latina y el Caribe.

Cristina Cortes
CEO
Canning House

Professor Gareth A. Jones
Director
LSE LACC

Para más información sobre el trabajo que realizan Canning House y el Centro para Latinoamérica y el Caribe de LSE, visite www.canninghouse.org y www.lse.ac.uk/lacc/about-us.

Sobre el autor

El Dr. Amir Lebdioui dirige el Canning House Research Forum, un programa plurianual continuo de investigación y participación en políticas que consiste en producción de proyectos, como también en eventos sobre el futuro comercial en América Latina y el Caribe en el Centro para Latinoamérica y el Caribe de LSE (LACC).

La investigación de Amir se enfoca en la economía política del desarrollo basado en recursos, estrategias de diversificación de exportaciones, y política industrial en el contexto del cambio climático. Amir también proporciona regularmente análisis y asesoría dirigidos para gobiernos, organizaciones multilaterales de desarrollo y laboratorios de ideas.



Recientemente se integró a la Escuela de Estudios Orientales y Africanos (SOAS) de la Universidad de Londres, como profesor de Economía Política del Desarrollo. Previamente se desempeñó como miembro asociado en el LSE y como profesor asociado en la Universidad de Cambridge. Posee un PhD en Estudios de Desarrollo de la Universidad de Cambridge.

Tuitea a través de [@amirlbd](https://twitter.com/amirlbd) y se le puede escribir a a.a.lebdioui@lse.ac.uk o aal61@soas.ac.uk.

Reconocimientos

El autor agradece a los miembros del comité directivo del Canning House Research Forum (Gareth Jones, Cristina Cortés, Juanita González-Uribe, Irene Mia, Ian Perrin) y al equipo del Centro para Latinoamérica y el Caribe de LSE (Mariann Sarquis-Sepúlveda, Denise Bandeira-De-Castro, María Clara Montoya y Juan Pedro Ocampo), quienes han proporcionado una excelente orientación y apoyado este proyecto.

Este informe también se benefició de los valiosos aportes de —y de las discusiones con— Tony Addison, Manuel Albaladejo, Baptise Albertone, Max Correa, David Delgado, Daniel Goya, Rasmus Lema, Paula Mirazo y Daniel Perdomo Rodríguez.

El autor también agradece a Andrea Costa y Pavel Bilek por su asistencia durante la investigación, a Freddy Nevison-Andrews por dar forma a este informe, y a Andrea Riffo y Camila Fontana por traducir este informe al español y al portugués.

Resumen ejecutivo

El futuro económico de América Latina y el Caribe está intrínsecamente ligado al cambio climático. En el contexto de un siglo XXI que estará marcado por el cambio climático y la lucha mundial para detenerlo, es improbable que el statu quo ayude a las economías latinoamericanas a dar el salto necesario para llegar a la frontera del desarrollo, lo que hace necesaria una reevaluación importante de las estrategias comerciales y de inversión en la región. Un pacto verde latinoamericano, basado en la coordinación regional para explotar las sinergias existentes y las economías de escala, podría ser el camino a seguir.

En toda la región, los patrones de precipitación están cambiando, las temperaturas están aumentando y algunas áreas están experimentando cambios en la frecuencia y la severidad de los extremos climáticos, tales como inundaciones y sequías. Se estima que para el año 2050, los daños provocados por el cambio climático podrían tener un costo anual de 10.000 millones de dólares para la región. El impacto del cambio climático, que será más devastador en América Latina que en muchas zonas del mundo, también tiene repercusiones en la capacidad comercial de la región y sus prospectos de exportación a largo plazo. La creciente frecuencia de eventos meteorológicos extremos ya ha tenido efectos devastadores en la producción, el turismo y la infraestructura comercial. Al mismo tiempo, las fluctuaciones ya previstas de los niveles de precipitación y temperatura ponen en riesgo la productividad a largo plazo de diversos productos agrícolas, los que constituyen una fuente de exportación esencial para muchos países de la región.

Mientras, el impulso mundial hacia la descarbonización y la mitigación del cambio climático también tiene consecuencias importantes para los prospectos comerciales de la región, trayendo tanto desafíos como oportunidades comerciales y de inversión en América Latina. Por un lado, diversos productores de petróleo de América Latina están enfrentando la incertidumbre generada por las transiciones energéticas mundiales, pues se espera que la demanda de combustibles fósiles se reduzca en el mediano a largo plazo. Pero por otro lado, varios países latinoamericanos están en condiciones de resultar beneficiados por la implementación mundial de tecnologías de bajas emisiones de carbono, dada su considerable dotación de una variedad de minerales esenciales que constituyen insumos imprescindibles para su producción. Adicionalmente, y en medio de la creciente popularidad de los Nuevos Pactos Verdes propuestos en los Estados Unidos y la Unión Europea, cuando las normativas medioambientales, las normas comerciales, y las preferencias de los consumidores cambian hacia el consumo de productos más sostenibles disponibles en mercados de consumidores clave, las empresas latinoamericanas enfrentan una presión cada vez mayor por adoptar métodos de producción más sostenibles. Para anticiparse a las normativas comerciales "verdes" y las normas de sostenibilidad, los países latinoamericanos tendrán que dirigir sus capacidades productivas hacia la exportación de productos y servicios ecológicos que

tendrán acceso a largo plazo a los principales mercados de consumidores. Ante las múltiples consecuencias tremendamente importantes y complejas del cambio climático para el comercio latinoamericano, este informe tiene por objeto investigar qué puede hacer la región para afrontar los efectos a largo plazo de dicho contexto, como también aprovechar las potenciales oportunidades comerciales que genera la agenda mundial de descarbonización.

Si se mira al futuro, la necesidad de compensar las pérdidas de empleos previstas en el sector de combustibles fósiles, combinada con la vulnerabilidad del sector agrícola, significa que es necesario hacer más para captar las considerables oportunidades laborales y comerciales que surgen de la transición hacia actividades de bajas emisiones de carbono. Un objetivo de este tipo es alcanzable, e incluso necesario, pero requiere un cambio significativo de políticas, inversión y perspectiva. Afortunadamente, varios países de la región están mostrando ambiciones climáticas cada vez más elevadas y han abierto el camino a las iniciativas de desarrollo basado en la biodiversidad, presentado diversos planes fundacionales para una economía verde y recientemente firmaron un pacto regional que tendrá implicancias primordiales para un comercio sostenible.

Este informe plantea cinco observaciones y recomendaciones clave que buscan brindar mayor respaldo para la transición a economías sostenibles e inclusivas en América Latina y el Caribe:

- 1. La implementación de energías renovables ha tenido un gran éxito en América Latina, que tiene uno de los mercados más dinámicos del mundo en este respecto, con recursos que actualmente constituyen la fuente más económica para la generación de nuevas energías y una capacidad en energía renovable per cápita que duplica el promedio mundial. Sin embargo, aún queda mucho por hacer, ya que es necesario crear un puente que vincule la expansión de las energías renovables con el desarrollo comercial e industrial en la región.** En primer lugar, aunque permitir un comercio transfronterizo abierto de electricidad en toda América Latina traería beneficios considerables (por ejemplo, una reducción considerable de los gastos), estas operaciones comerciales siguen estando restringidas. En segundo lugar, parece ser que la mayoría de los países latinoamericanos, con algunas excepciones notables (tales como los sectores de biocombustibles y de energía eólica en Brasil), se encuentran en segmentos de escaso valor agregado de las cadenas de valor de las energías renovables, tales como producción de materias primas, suministro e instalación, y actividades de mantenimiento. En tercer lugar, los países latinoamericanos pueden aprovechar fuentes eléctricas limpias y económicas para descarbonizar la generación eléctrica, pero también como materia prima para desarrollar actividades industriales y servicios de bajas emisiones de carbono competitivos y de gran valor agregado, como la producción de hidrógeno verde, servicios en la nube y centros de datos bajos en carbono, y minería de bajas emisiones de carbono.

- 2. *La biodiversidad endémica y los ecosistemas naturales únicos de América Latina son activos valiosos que pueden transformar y fortalecer el desarrollo sostenible de la región por medio del comercio y los servicios de innovación basados en la biodiversidad.*** La interacción entre la biodiversidad y la actividad económica de la región ha adquirido un papel principal en la agenda política de muchos de sus países. Sin embargo, los enfoques tradicionales de conservación a menudo han perdido oportunidades de entregar beneficios en forma de servicios ecosistémicos a las personas que habitan la región. Para aprovechar el valor comercial de la biodiversidad, es necesario contar con una mayor coordinación de los esfuerzos de elaboración de políticas públicas. Por ejemplo, más allá de las metas nacionales de descarbonización, es necesario que los sistemas de comercio de derechos de emisión de carbono traspasen las fronteras nacionales y continentales para que los mercados de carbono puedan emplearse como instrumentos de negociación. Además, si bien el ecoturismo se ha convertido en una estrategia popular para alinear las necesidades de conservación con el crecimiento de los servicios comercializables, depender en exceso de esta actividad conlleva riesgos significativos, especialmente si se considera la vulnerabilidad del turismo ecológico ante el cambio climático. La bioinnovación constituye otra vía prometedora para capitalizar el valor comercial de la biodiversidad. La biodiversidad natural de la región latinoamericana ha inspirado diversos inventos interesantes y es muy prometedora en cuanto al desarrollo de futuras innovaciones. Aunque el sector de innovaciones basadas en la biodiversidad ha estado en sus etapas iniciales en la mayoría de países, algunos como Costa Rica, ya han realizado esfuerzos valiosos con miras a la bioinnovación (principalmente por medio de la bioprospección), la que constituye un área emergente muy prometedora para futuras inversiones, empresas emergentes (o start-ups), y capital riesgo.
- 3. *Es necesario contar con una amplia variedad de políticas coordinadas a nivel nacional para fomentar el desarrollo de las capacidades necesarias para realizar transformaciones con miras a alcanzar bajas emisiones de carbono en toda la región.*** Como muestra la figura de abajo, estas incluyen políticas industriales verdes con visión de futuro, tales como incentivos para contenido local adecuado, iniciativas de creación de empresas, programas de desarrollo de proveedores, apoyo a la I+D y promoción de agrupaciones industriales de bajas emisiones de carbono; programas de desarrollo de capacidades para formar a la fuerza laboral que necesitan las industrias descarbonizadas y actualizar las capacidades de quienes trabajan en el sector energético; políticas de mercado laboral para abordar los posibles desajustes del mercado laboral, especialmente si las pérdidas de empleo que preceden a los aumentos de empleo son más elevadas o si las oportunidades laborales emergentes se encuentran en zonas diferentes a aquellas que sufren de pérdidas de empleo; políticas de

financiamiento para atraer a inversionistas privados y capital de riesgo con el fin de incentivar el desarrollo de ecosistemas de start-ups en torno a servicios de bajas emisiones de carbono; como también políticas de economía circular para ayudar a los países y las comunidades a gestionar la escasez de recursos y comercializar los residuos para reducir el ciclo de vida de las emisiones de varias industrias.

Políticas coordinadas para la transformación eficaz a una economía verde



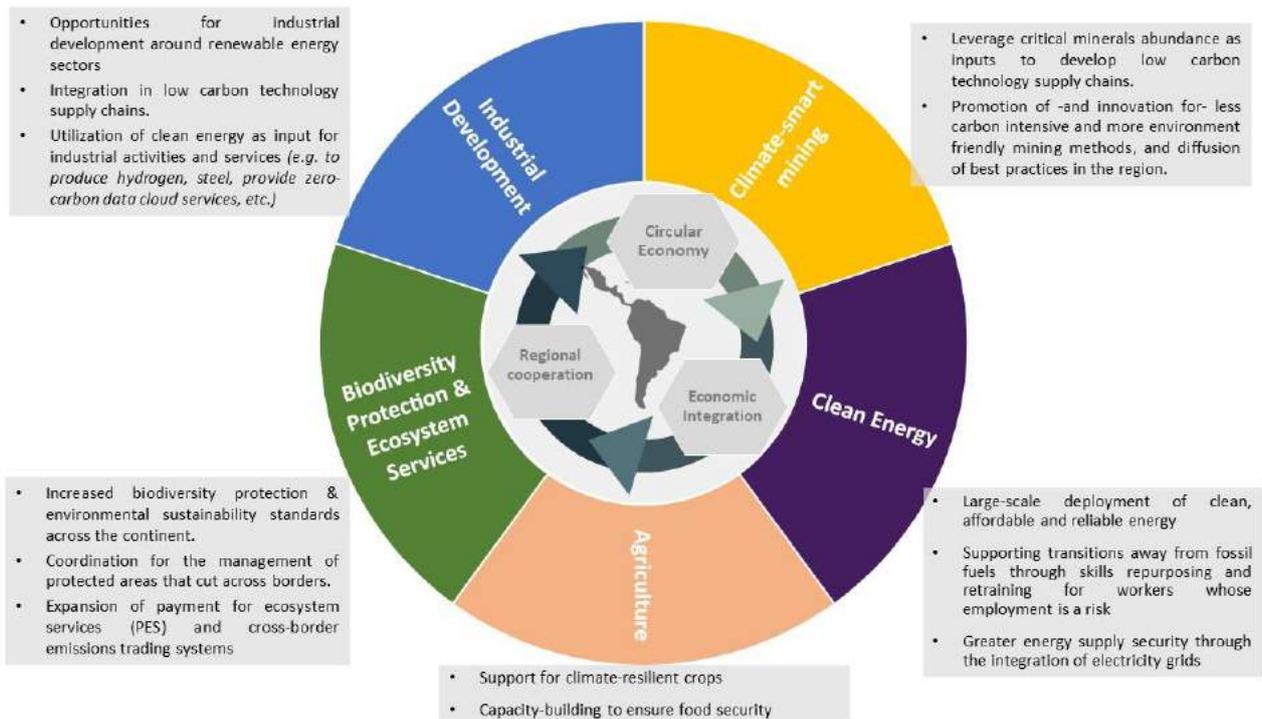
Elaborada por el autor

4. **En el futuro, la magnitud de las mejoras de los prospectos a largo plazo de los países latinoamericanos, y de los beneficios que obtengan producto de la agenda mundial de descarbonización depende de una coordinación regional adecuada y la regionalización de las cadenas de suministro.** Una cooperación para promover las cadenas regionales de suministro en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono, desde la extracción de minerales esenciales hasta la producción y el uso de energías renovables y servicios de bajas emisiones de carbono, permitiría a los proveedores locales y a las actividades de procesamiento en fase descendente obtener aumentos de productividad considerables por medio de las economías de escala, además de ofrecer oportunidades de diversificación, generación de empleos y desarrollo industrial. Sin embargo, para desarrollar y fortalecer las cadenas de suministro regionales será necesario contar con políticas pertinentes y mecanismos de cooperación regional adecuados. Por ejemplo, el intercambio de información sobre las necesidades de adquisición del sector minero para la implementación de tecnologías energéticas limpias será clave para

abordar los errores de coordinación al reunir a fabricantes y proveedores a través de la cadena de suministro. Dadas las bajísimas tasas de I+D en Latinoamérica, la cooperación regional también brinda oportunidades para reunir a distintos grupos de I+D para que desarrollen de manera conjunta soluciones diseñadas para entornos compartidos (como la minería de gran altura). Los sistemas de certificación reconocidos a nivel regional e internacional también serán de importancia vital para asegurar que los productos de bajas emisiones de carbono (hidrógeno) puedan comercializarse a través de las fronteras.

5. ***¿Avanzar hacia un Pacto Verde latinoamericano? La naturaleza multifacética de las políticas que son necesarias para fomentar modelos de desarrollo que pueden adaptarse al cambio climático en América Latina, así como la necesidad de la coordinación regional para explotar las sinergias existentes y las economías de escala, hacen que un Pacto Verde en el contexto latinoamericano sea especialmente relevante.*** Un Pacto Verde latinoamericano cuidadosamente diseñado tiene el potencial de tener importantes efectos positivos en una amplia gama de sectores económicos, como el sector energético, gracias a la implementación regional a gran escala de fuentes de energía limpia, asequible y fiable. También resultarían beneficiados el sector agrícola y su resiliencia climática; el desarrollo de servicios tecnológicos y actividades industriales de elevado consumo de energía descarbonizada; el comercio inter e intrarregional de electricidad y los sistemas de comercio de derechos de emisión de carbono; el sector minero debido al apoyo a la extracción respetuosa con el medio ambiente de los minerales esenciales y su adición de valor; como también la bioeconomía gracias al apoyo a los servicios ecosistémicos y de conservación de la biodiversidad (figura a continuación). La coordinación regional es necesaria para fomentar las sinergias entre diversos países y subregiones, ampliar las economías de escala y promover el desarrollo de cadenas de suministro regionales resilientes en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono. Cada país tiene fortalezas complementarias distintas, desde abundancia de minerales esenciales (complementarios) que se encuentran repartidos por toda la región (p. ej., Chile, Cuba, Perú, Surinam) hasta capacidad de fabricación (p. ej., Brasil, Costa Rica) y el potencial de energías renovables (p. ej., México, Paraguay) al igual que proximidad a rutas comerciales importantes (p. ej., Panamá), lo que puede fomentarse hacia el desarrollo de un ecosistema industrial regional eficaz en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono, si se usan y coordinan recursos y políticas que sean apropiados. Sin embargo, a pesar de los potenciales beneficios, coordinar las políticas en la medida que se necesita a nivel regional para poner en marcha un programa de este tipo sigue enfrentando diversos obstáculos.

Transiciones multisectoriales para una transformación productiva verde y un Pacto Verde en América Latina



Fuente: Aut

Si se consideran las oportunidades y los desafíos que surgen en la era del cambio climático, así como el enorme potencial de la región, es más evidente que nunca que los Gobiernos latinoamericanos, junto con sus socios internacionales de negocios e inversión, deben tomar medidas enérgicas, drásticas y necesarias para adoptar modelos económicos más verdes, basados en el desarrollo de industrias de bajas emisiones de carbono.

Acrónimos

AIE	Agencia Internacional de la Energía
AMDEE	Asociación Mexicana de Energía Eólica
ASG	Ambiental, Social y de Gobernanza
ASGMI	Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BND	Banco Nacional de Desarrollo
BNDES	Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social de Brasil
CAMMA	Conferencia Anual de Ministerios de Minería de las Américas
CDE	Comercio de derechos de emisión
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CINDE	Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo
CNE	Costo nivelado de energía
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción de Chile
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gas de efecto invernadero
IDM	Indicadores del desarrollo mundial
IED	Inversión extranjera directa
INBIO	Instituto Nacional de Biodiversidad
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
kWh	kilovatio hora
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PIB	Producto interno bruto
PSA	Programa de Programa de Pagos por Servicios Ambientales
RCP	Trayectoria de concentración representativa
USD	Dólar estadounidense

Glosario

Bioeconomía	Producción, utilización y conservación de recursos biológicos y conocimientos relacionados para proporcionar información y prestar servicios que ayudan a conservar los medios de subsistencia humana, asegurando la sostenibilidad ecológica.
Biomimética	Método de innovación que se basa en la inspiración, el aprendizaje y la imitación de las estrategias que se encuentran en la naturaleza para resolver los desafíos al diseño que enfrentan el ser humano.
Comercio de derechos de emisión de carbono	Instrumentos basados en el mercado en los que el Gobierno fija un tope de emisiones permitidas en uno o más sectores, y que autoriza a las entidades cubiertas a comercializar sus permisos de emisión, lo que genera un incentivo para reducir las emisiones cuando hacerlo resulta más rentable.
Costo nivelado de energía	Medida del promedio del costo de la generación eléctrica [enlace en inglés] neto para una central eléctrica durante toda su vida útil, utilizada como guía para las decisiones de inversión.
Hidrógeno gris, azul y verde	<p>El hidrógeno gris es la forma más común y se produce a partir del gas natural, o metano, mediante una técnica llamada "reformado del vapor".</p> <p>El hidrógeno azul también se refiere a hidrógeno producido a partir del gas natural, pero en este caso el carbono generado por el reformado de vapor se captura y almacena bajo tierra mediante captura y almacenamiento industrial del carbono, lo que lo hace neutro en carbono.</p> <p>El hidrógeno verde, también conocido como hidrógeno cero carbono, se produce utilizando energías limpias para descomponer el agua en sus átomos de hidrógeno y oxígeno por medio de un proceso llamado electrólisis.</p>
Minerales esenciales	Minerales considerados esenciales para la economía nacional y mundial, pero que no tienen sustitutos viables y cuyo suministro está en riesgo de verse afectado (debido a escasez geológica, problemas geopolíticos u otros factores).
Programa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA)	Mecanismo financiero en el que los propietarios de tierras reciben pagos directos por los servicios ecológicos que producen sus tierras cuando adoptan usos de suelo y técnicas de gestión forestal respetuosas con el medioambiente.

Introducción

La sostenibilidad medioambiental y el cambio climático están adquiriendo un papel cada vez más importante en la agenda mundial de comercio. Mientras los compromisos de descarbonización se consolidan en todo el mundo y surgen propuestas de pactos verdes, cómo desarrollar resiliencia ante el cambio climático y cómo hacer frente a las dinámicas de innovación, producción y consumo que cambian velozmente se ha convertido en una inquietud importante para las sociedades en regiones en desarrollo. Los efectos del cambio climático y la agenda de descarbonización son considerables para las economías latinoamericanas, que están profundamente arraigadas en los ecosistemas naturales. América ya está comenzando a sufrir los devastadores efectos del cambio climático. La creciente frecuencia de eventos meteorológicos extremos ya ha tenido efectos dramáticos en la producción agrícola, el turismo y la infraestructura. El BID estima que para el año 2050, los daños provocados por el cambio climático podrían tener un costo anual de 100.000 millones de dólares para la región.

En este contexto, es necesario plantear una serie de preguntas. ¿Cómo afecta la especialización comercial actual de los países de la región su resiliencia ante los efectos del cambio climático? ¿Qué oportunidades comerciales puede generar la agenda mundial de descarbonización para las economías de la región, y cuáles son los factores que pueden permitirles aprovecharlas? ¿Las ganancias previstas del auge de los minerales necesarios para producir tecnologías de bajas emisiones de carbono compensarán en el largo plazo la pérdida de ingresos y empleos provocada por la menor demanda de combustibles fósiles? ¿Quiénes están en posición de beneficiarse y quiénes perderán? ¿Puede la biodiversidad única de la región aprovecharse como herramienta comercial? ¿Cómo puede hacerlo? ¿Pueden las fuerzas de mercado ser suficientes para estimular la transformación de la estructura comercial de la región hacia industrias y servicios de bajas emisiones de carbono?

Dadas las consecuencias complejas del cambio climático para el comercio latinoamericano, responder estas preguntas no es tarea fácil. Sin embargo, estas preguntas tienen una gran relevancia en el contexto de la América Latina del siglo XXI. Por lo tanto, este informe tiene por objeto analizar qué puede hacer la región para enfrentar los efectos a largo plazo del cambio climático y aprovechar las potenciales oportunidades comerciales que surjan de la agenda mundial de descarbonización.

La especialización comercial actual de América Latina la hace especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático — como también a su descarbonización— en el mediano y largo plazo.¹ Las fluctuaciones previstas de los niveles de precipitación y la

¹ Esto contrasta con economías complejas en las que los conocimientos incorporados en las estructuras productivas proporcionan vínculos para la producción de tecnologías de producción menos contaminantes. Romero, J. P., & Gramkow, C. (2021). Economic complexity and greenhouse gas emissions. *World Development*, 139, 105317.

temperatura también constituyen una amenaza para la productividad a largo plazo de diversos productos agrícolas que constituyen una fuente de ingresos esencial para los países de la región. Mientras, en el contexto de la agenda de descarbonización, varios países latinoamericanos dependen de los combustibles fósiles, los que podrían convertirse en activos varados ya que se prevé una caída de su demanda. Además de la vulnerabilidad directa de la productividad regional ante el cambio climático, las empresas latinoamericanas deberán adaptarse a medida que las demandas de los consumidores se reorientan hacia productos más sostenibles en mercados clave. La creciente popularidad de las propuestas de nuevos pactos verdes en los Estados Unidos y la Unión Europea inevitablemente acarrearán cambios normativos que reestructurarán los patrones de consumo. La importancia creciente de las normativas ambientales en el comercio y sus implicancias para las economías latinoamericanas se refleja claramente al observar la presión que enfrentan los Gobiernos de la región para adoptar ciertas normativas ambientales y ratificar convenciones internacionales, tales como el Acuerdo de París, antes del tratado de libre comercio EU-MERCOSUR.²

Sin embargo, también existen “ventanas verdes de oportunidades” que permitirían que América Latina se beneficiara de la agenda mundial de descarbonización.³ Para anticiparse a las normativas comerciales “verdes” y las normas de sostenibilidad, los países latinoamericanos tendrán que dirigir sus capacidades productivas hacia la exportación de productos y servicios ecológicos que tendrán acceso a largo plazo a los principales mercados de consumidores. Asimismo, varios países latinoamericanos tienen una dotación considerable de los “minerales del futuro” que constituyen insumos esenciales para la producción de tecnologías de bajas emisiones de carbono, por lo que resultarían beneficiados por la transición mundial a otros tipos de energía. Sin embargo, para evitar una recaída en la dependencia en las materias primas, y beneficiarse de las oportunidades de mayor valor que generan las transiciones verdes, será necesario reformar las políticas a nivel nacional y regional.

Los Gobiernos de toda la región están mostrando ambiciones climáticas cada vez más elevadas, han abierto el camino a las iniciativas de desarrollo basado en la biodiversidad, y recientemente firmaron acuerdos regionales, tales como el Acuerdo de Escazú, que tendrán implicancias primordiales para un comercio sostenible. Sin embargo, aún subsisten desigualdades relacionadas con los puntos de partida y los objetivos nacionales de comercio sostenible en toda la región. Países como Costa Rica y Chile, en particular, han mostrado grandes ambiciones por desarrollar economías verdes mundialmente competitivas; sin embargo, muchos de los Gobiernos regionales y las reformas a políticas realizadas en los últimos años en respuesta a la crisis reciente del

² Bronckers, M., y Gruni, G. (2021). Retooling the Sustainability Standards in EU Free Trade Agreements. *Journal of International Economic Law*, 24(1), 25-51.

³ Lema, R., Fu, X., y Rabellotti, R. (2020). Green windows of opportunity: Latecomer development in the age of transformation toward sustainability. *Industrial and Corporate Change*, 29(5), 1193-1209.

COVID parecen desviar la mirada, y han optado por sectores con altas emisiones de carbono, con ello agravando el daño al medio ambiente.

En el futuro, si cuenta con políticas adecuadas, América Latina tiene considerables oportunidades de diversificarse hacia servicios e industrias de bajas emisiones de carbono y asegurar la resiliencia de las economías nacionales a los efectos del cambio climático y su mitigación, lo que significa que compensar la pérdida prevista de ingresos y empleos que sufrirán los sectores con altas emisiones de carbono está totalmente a su alcance.

Este informe consta de cinco secciones principales. La segunda sección de este informe analiza el impacto del cambio climático y su mitigación en el comercio de América Latina en el corto, mediano y largo plazo, como también en una variedad de sectores comercializables, como la agricultura, el turismo, los combustibles fósiles, y la minería. La tercera sección proporciona el panorama general de las energías renovables en la región, en términos de implementación, inversión, empleos, comercio, inserción en cadenas de valor, y prospectos de adición de valor de estas energías. Muestra que la implementación de energías renovables ha resultado muy exitosa en América Latina, con recursos renovables que ya constituyen la fuente más asequible para la generación de nuevas energías. Sin embargo, las oportunidades de potenciar la expansión de las energías renovables para el desarrollo comercial e industrial en la región no han sido aprovechadas por completo. Aunque permitir un comercio transfronterizo abierto de electricidad en toda América Latina traería beneficios considerables, estas operaciones comerciales siguen estando restringidas y la región continúa siendo una importadora de electricidad neta. Asimismo, la mayoría de los países latinoamericanos, con algunas notables excepciones, forman parte de segmentos de bajo valor agregado de las cadenas de valor de energías renovables. Por lo tanto, esta sección también discute las oportunidades y los obstáculos que enfrentan los países latinoamericanos para utilizar fuentes eléctricas limpias y económicas como materias primas para el desarrollo actividades industriales y servicios de bajas emisiones de carbono competitivos y de gran valor agregado.

La cuarta sección aborda las oportunidades comerciales que surgen de la protección de algunos de los activos más valiosos de América Latina: sus ecosistemas naturales y su rica biodiversidad. La interacción entre la biodiversidad y la actividad económica de la región será determinante para el futuro del desarrollo sostenible en América Latina. La creciente atención mundial en la sostenibilidad hace cada vez más necesario analizar la interrelación existente entre la dependencia continua en la actividad económica extractiva tradicional y el deseo de preservar el tesoro natural único de la región, por lo que vale la pena explorar la función de los servicios comerciales basados en la biodiversidad como alternativa económica sostenible a la deforestación y a actividades extractivas dañinas para el medio ambiente en la región.

La quinta sección trata sobre las repercusiones de este informe sobre las políticas. Se necesita un gran nivel de coordinación de políticas a nivel tanto nacional como regional para fomentar el desarrollo de servicios de bajas emisiones de carbono competitivos y actividades de servicios ecosistémicos de gran valor agregado basados en la biodiversidad. Dichas políticas incluyen programas de desarrollo de capacidades, políticas del mercado laboral, políticas industriales verdes, financiamiento, así como políticas de economía circular. La cooperación y la implementación de medidas regionales serán clave para fortalecer las sinergias entre países diversos, expandir las economías de escala y fomentar el desarrollo de cadenas de suministro regionales resilientes en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono. Por último, esta sección evalúa si un Pacto Verde latinoamericano podría convertirse en una plataforma de avance al fomentar la coordinación regional tan necesaria en torno a las transiciones a sistemas de bajas emisiones de carbono en América Latina y el Caribe.

Vulnerabilidad comercial de América Latina al cambio climático y cómo mitigarla

Resumen

El clima está cambiando en América Latina, con efectos devastadores en los medios de subsistencia de las personas, la infraestructura, los ecosistemas naturales y el comercio. De hecho, América Latina es una de las regiones más vulnerables a los efectos del cambio climático. Se estima que para el año 2050, los daños provocados por el cambio climático podrían tener un costo anual de 100.000 millones de dólares para la región.⁴ La creciente frecuencia de eventos meteorológicos extremos ha tenido efectos dramáticos en la producción, el turismo y la infraestructura. Al mismo tiempo, las fluctuaciones previstas de los niveles de precipitación y temperatura ponen en riesgo la productividad a largo plazo de diversos productos agrícolas, los que constituyen una fuente de exportación esencial para muchos países de la región.

Aunque se respete lo establecido en el Acuerdo de París, está previsto que los países latinoamericanos experimentarán una pérdida en el PIB, lo que hace necesaria una transformación más profunda de las estructuras productivas regionales (ver figuras 1a y 1b). De hecho, el comercio latinoamericano se ve afectado no solo por las condiciones climáticas, sino también por los cambios previstos en la demanda de materias primas, los que están basados en la agenda mundial de descarbonización. Varios países latinoamericanos dependen de los combustibles fósiles, los que podrían convertirse en activos varados ya que se prevé una caída de su demanda (figura 2). Sin embargo, algunos países latinoamericanos tienen una dotación considerable de los "minerales del futuro" que constituyen insumos esenciales para la producción de tecnologías de bajas emisiones de carbono, por lo que están en posición de resultar beneficiados por la transición mundial a otros tipos de energía. Esto significa que la especialización comercial actual de América Latina está intrínsecamente ligada al cambio climático.

⁴ Vergara, W., Ríos, A. R., Paliza, L. M. G., Gutman, P., Isbell, P., Suding, P. H., y Samaniego, J. (2013). *The climate and development challenge for Latin America and the Caribbean: options for climate-resilient, low-carbon development*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Figure 1a: Percent Loss in GDP per capita by 2100 in the Absence of Climate Change Policies (RCP 8.5 Scenario)

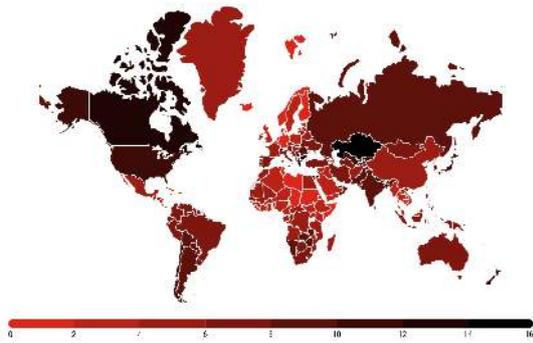
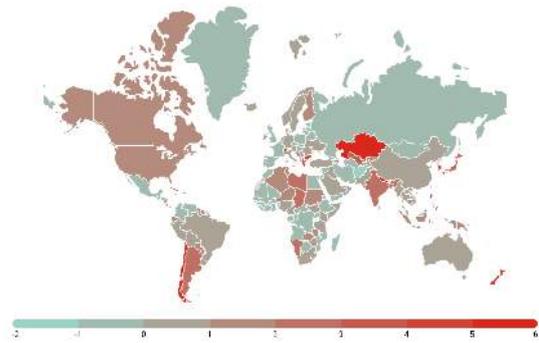
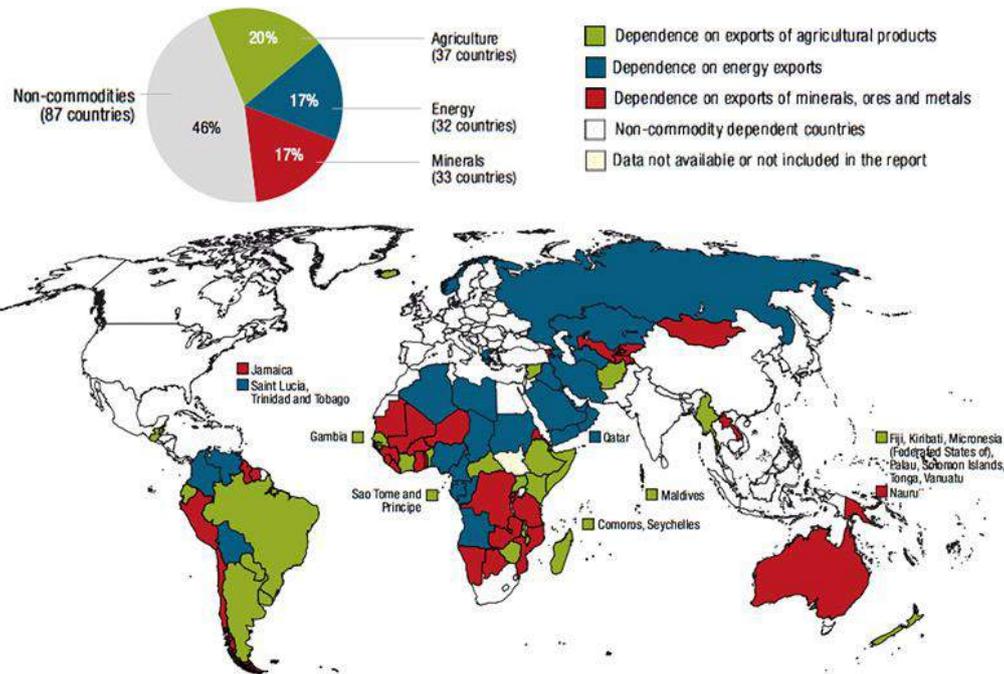


Figure 1b: Percent Loss in GDP per capita by 2100 Abiding by the Paris Agreement (RCP 2.6 Scenario)



Source: Kahn et al. 2019⁵

Figura 2. Mapa de economías dependientes de materias primas



Source: UNCTAD (2019)⁶

Impacto del cambio climático y de la mayor frecuencia de eventos meteorológicos extremos en los sectores de bienes comercializables

En toda América Latina y el Caribe, los patrones de precipitación están cambiando, las temperaturas están aumentando y algunas áreas están experimentando cambios en la frecuencia y la severidad de los extremos climáticos, tales como inundaciones y sequías. El año 2020 fue uno de los años más cálidos registrados en América Latina y el

⁵ Kahn, M. E., Mohaddes, K., Ng, R. N., Pesaran, M. H., Raissi, M., & Yang, J. C. (2019). *Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis* (No. w26167). National Bureau of Economic Research.

⁶ UNCTAD (2019) *State of Commodity Dependence*. Geneva: United Nations.

Caribe.⁷ El total anual de precipitaciones en 2020 también se situó por debajo de la media de largo plazo en muchas zonas de América Latina. Mientras, los glaciares de la región — que son fuentes importantes de agua dulce para el consumo, la generación eléctrica, la agricultura, y la conservación de los ecosistemas— han estado perdiendo masa.⁸ El nivel del mar en el Caribe también ha estado aumentando a una velocidad levemente mayor (3.6 mm/año) que el promedio mundial de 3.3 mm/año entre 1993 y 2020.⁹ Producto de estos cambios, la región se ha convertido en una de las más afectadas por los eventos meteorológicos extremos, lo que se observó claramente en 2020 con la devastación causada por los huracanes Eta e Iota en América Central, así como la sequía intensa y los incendios inusuales en la región de Pantanal de Brasil, Bolivia, Paraguay y Argentina.¹⁰

Además de la trágica pérdida de vidas humanas que provocan, estos eventos también afectan a los sectores de bienes comercializables de América Latina, especialmente a la agricultura y el turismo. Es probable que las actividades de turismo ecológico, que constituyen una fuente clave de ingresos y empleo en América Latina (y representan incluso un 40% de las ganancias de exportación en países como República Dominicana)¹¹, sean las más afectadas por el cambio climático. Por ejemplo, la temporada de huracanes de 2017 provocó una pérdida estimada de más de 800.000 visitantes al Caribe, cuya presencia habría generado 740 millones de dólares para la región y conservado alrededor de 11.000 empleos.¹²

⁷Organización Meteorológica Mundial (2021). *State of the Climate in Latin America and the Caribbean 2020*. OMM: Ginebra.

⁸ Ibid.

⁹ Ibid.

¹⁰Organización Meteorológica Mundial, op. cit.

¹¹ Gouvea, R. (2004). *Managing the Ecotourism Industry in Latin America: Challenges and Opportunities*. *Problems and Perspectives in Management*, 2(2)

¹² Saget, Catherine, Vogt-Schilb, Adrien and Luu, Trang (2020). *Jobs in a Net-Zero Emissions Future in Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank and International Labour Organization, Washington D.C. and Geneva. Accessible at https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_752069.pdf



Dstrucción de una plantación de bananas tras estar sumergida durante una gran inundación debido a lluvias intensas en la ciudad de Eldorado, valle Ribeira, en el Sur del estado de Sao Paulo (Brasil). / Nelson Antoine (Shutterstock)

Cuando se trata de agricultura, por ejemplo, las condiciones de sequía vividas durante 2020 tuvieron un impacto significativo en las cosechas de la región: casi el 80% del cultivo de maíz en la región de tierras altas de Guatemala resultó perdido, mientras en México, el municipio de Cerritos sufrió una caída del 50% de sus cultivos agrícolas, entre ellos el sorgo, el girasol, y el maíz.¹³ Mientras, los huracanes Eta e Iota también causaron:

- 2159 millones de dólares en pérdidas, lo que representa el 0,8% del PIB, y dañaron más de 287.315 hectáreas de cultivos, afectando a alrededor de 4 millones de personas en Honduras.
- daños a 220.000 hectáreas de tierras cultivadas y la pérdida de 43.667 animales de ganado, 172 millones de dólares en pérdidas, y daños materiales que se estima afectan a 1,8 millones de personas en Nicaragua.
- 119.913 hectáreas de tierras cultivadas dañadas y la muerte de 126.812 animales, lo que afecta a 1,2 millones de personas en Guatemala.

Las exportaciones latinoamericanas se ven amenazadas por el cambio climático, ya que la agricultura representa más del 60% de las exportaciones en más de seis países de la región. Además del aumento de la frecuencia de eventos meteorológicos extremos y sus efectos esporádicos en la producción agrícola, los efectos graduales a largo plazo

¹³Organización Meteorológica Mundial, op. cit.

del cambio climático también afectan al comercio agrícola y a la seguridad alimentaria. La región (en especial Argentina, Brasil, Chile, Ecuador y Uruguay) es altamente dependiente de las materias primas agrícolas, cuya productividad es particularmente vulnerable a las fluctuaciones de temperatura y precipitaciones. Para mencionar solo algunos ejemplos obvios, el cambio climático constituye un grave riesgo para la salmonicultura en Chile, el cultivo de café en Colombia y la cosecha de cacao en Ecuador.¹⁴

Efectos de la agenda de descarbonización en los recursos no renovables de América Latina

Combustibles fósiles

Varios países latinoamericanos (como Bolivia, Colombia, y Venezuela) dependen de los combustibles fósiles, los que están en riesgo de convertirse en activos varados a medida que el mundo descarboniza sus sistemas económicos. La transición mundial a una economía descarbonizada tendrá efectos considerables en el sector de combustibles fósiles, y causará la pérdida de más de 360.000 empleos en las áreas de extracción y generación eléctrica basada en combustibles fósiles de la región.¹⁵ También se estima que, ahora que el mundo está más cerca de alcanzar cero emisiones netas, la mayoría los empleos en centrales eléctricas de petróleo y de carbón (93% a 94%) desaparecerían para 2030, mientras que el 80% de los empleos en centrales eléctricas de gas y el 70% de los empleos de extracción de combustibles desaparecerían hacia 2050.¹⁶ Se necesitarán acciones políticas para maximizar los aumentos de empleo en otros sectores y ayudar a quienes han perdido su trabajo debido a la agenda de descarbonización a reintegrarse al mercado laboral (sección 5).

El gas natural tiene prospectos favorables en el mediano plazo debido a su potencial como energía "intermediaria", mientras que el petróleo enfrenta un fuerte viento en contra originado por la transición mundial a otros tipos de energía. Aunque el uso de petróleo no desaparecerá por completo de nuestras sociedades, dado que sus productos se utilizan en una amplia variedad de productos ajenos al sector energético, tales como productos farmacéuticos, cosméticos y bienes plásticos, es razonable prever que los países productores de petróleo con costos de extracción elevados serán expulsados del mercado. El costo de producción de un barril de petróleo en América Latina tiende a ser

¹⁴ Soto, D., León-Muñoz, J., Dresdner, J., Luengo, C., Tapia, F. J., y Garreaud, R. (2019). Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: understanding the biophysical, socioeconomic and governance links. *Reviews in Aquaculture*, 11(2), 354–374; Macías Barberán, R., Cuenca Nevárez, G., Intriago Flor, F., Caetano, C. M., Menjivar Flores, J. C., y Pacheco Gil, H. A. (2019). Vulnerability to climate change of smallholder cocoa producers in the province of Manabí, Ecuador. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(1), 8707–8716.

¹⁵ Saget et al., op. cit.

¹⁶ Ibid.

mayor que en otras regiones. Por ejemplo, los costos totales de producción de un barril de petróleo en años recientes han sido relativamente altos en países como Brasil (35 dólares) y Venezuela (28 dólares) en comparación con competidores como Irán y Arabia Saudita (9 dólares ambos), Irak (11 dólares), Rusia (19 dólares), o incluso Noruega (21 dólares), mientras que el costo de producción en Colombia fluctuó desde 16,3 dólares en 2017 hasta 45 dólares en 2020.¹⁷ Una vez que los precios del petróleo recuperen la trayectoria prevista después de que el “impacto ucraniano” decaiga, se prevé que los países latinoamericanos con mayores costos de producción serán los primeros en salir del mercado.

Minería

Otros países latinoamericanos pueden resultar beneficiados por la creciente demanda de minerales que constituyen insumos esenciales para la producción de las tecnologías de bajas emisiones de carbono necesarias para mitigar el cambio climático.

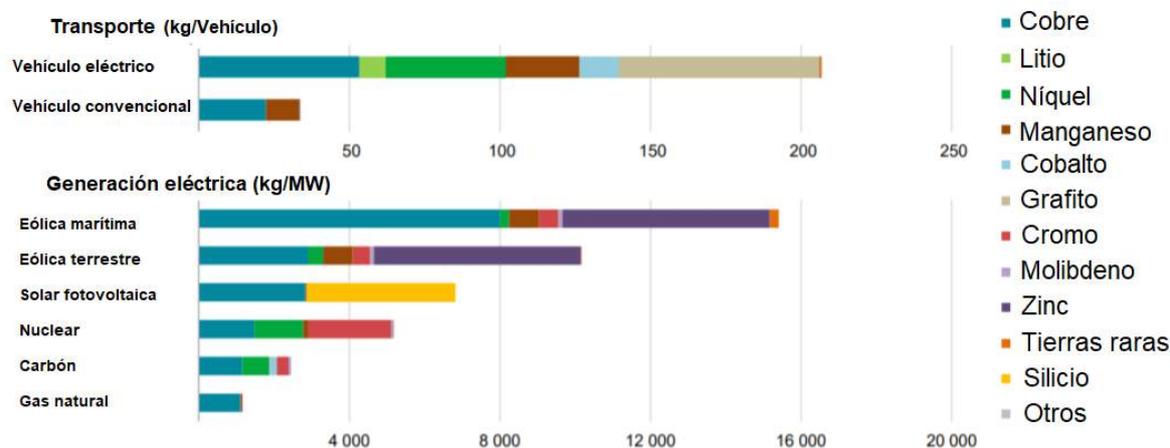
Considerando las tendencias recientes, tales como la importancia creciente de la agenda de sostenibilidad, la expansión mundial de pactos de neutralidad en emisiones de carbono, y el contexto más amplio de la crisis climática, es evidente que los minerales esenciales jugarán un papel clave para promover la transición energética mundial y futuras transformaciones económicas. América Latina y el Caribe está bien posicionada para beneficiarse de estas tendencias gracias a su dotación de una variedad de minerales esenciales (complementarios) repartidos en toda la región. Estos minerales son materias primas minerales consideradas esenciales para la economía nacional y/o mundial, pero que no tienen sustitutos viables, cuyo suministro podría estar en riesgo de verse interrumpido (debido a la escasez geológica, problemas geopolíticos u otros factores). Su identificación depende considerablemente de la geografía (unidad esencial para la economía de un país podría no considerarse esencial en otra región) y del tiempo: la importancia de un mineral y la naturaleza de su cadena de suministro pueden cambiar con el tiempo, debido a innovaciones o alteraciones tecnológicas. Hoy, los minerales esenciales representan un mercado en crecimiento, debido a que se utilizan en variadas industrias estratégicas, tales como energías renovables, tecnologías de electromovilidad y electrónica de consumo. De hecho, la transición a sistemas de energía limpia y la lucha contra el cambio climático requieren varios minerales esenciales como insumos. Por ejemplo, el litio, el níquel, el cobalto, el manganeso y el grafito son cruciales para el rendimiento, la vida útil y la densidad energética de las baterías.¹⁸ Un auto eléctrico contiene el doble de cobre, y mucho más níquel, manganeso y grafito que un auto con un motor de combustión, mientras que una turbina eólica de 3 MW requiere hasta 335 toneladas de acero, 4,7 toneladas de cobre, 3 toneladas de aluminio y 2 toneladas de

¹⁷ *Wall Street Journal* (2016) ‘Barrel Breakdown’, 15 de abril. Disponible en: <http://graphics.wsj.com/oil-barrel-breakdown/> (visitado en diciembre de 2020); Asociación Colombiana de Petróleo (ACP). *Costos De Operación Del Sector Petrolero En Colombia En 2017*. Bogotá: ACP.

¹⁸ Agencia Internacional de la Energía (2021). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. París: AIE.

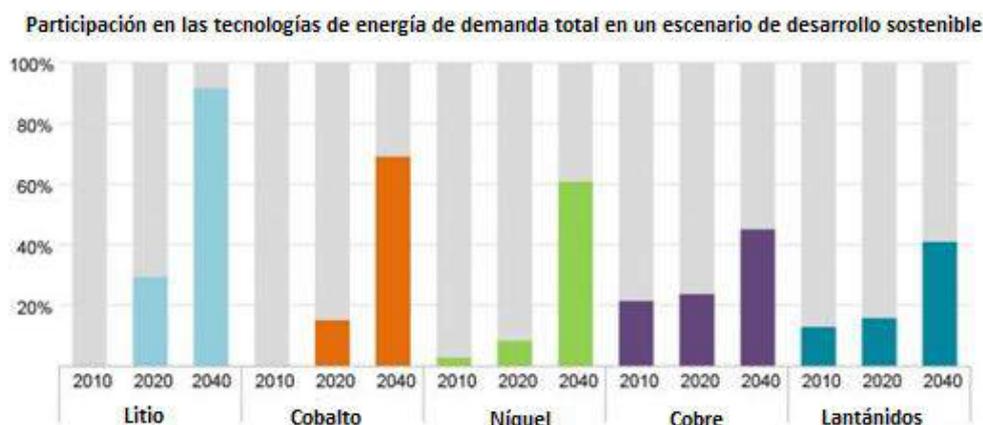
elementos poco comunes de la tierra, además de zinc, manganeso y litio (figura 3).¹⁹ El resultado de esto es que, en un escenario que cumpla con las metas del Acuerdo de París, la demanda de minerales esenciales aumentaría de manera significativa en las próximas dos décadas (figura 4).

Figura 3. Uso de minerales en tecnologías clave de bajas emisiones de carbono



Fuente: AIE

Figura 4. Evolución prevista de la demanda de minerales esenciales clave



Fuente: AIE

Los minerales esenciales tendrán un papel cada vez más significativo en el comercio latinoamericano. Los países de América Latina gozan de una considerable —y esparcida— dotación de minerales esenciales, como también de la existencia y el potencial de desarrollar industrias en fase descendente que utilizan esos minerales como insumos, especialmente en Brasil (sección 3). Por ejemplo, América Latina domina la producción —y contiene muy grandes reservas— de una variedad de minerales

¹⁹ La Porta; D. Hund, K.L.; McCormick, M.; Ningthoujam, J.; Drexhage, J. (2017). *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future (English)*. Washington, D.C.: Grupo del Banco Mundial.

esenciales, tales como litio, cobre, plata, como también de bauxita, zinc, manganeso, níquel y grafeno, estos últimos en menor cantidad (figura 5). Con políticas adecuadas, la región está preparada para beneficiarse considerablemente del creciente mercado de minerales esenciales y tecnologías de bajas emisiones de carbono necesarias para alcanzar las metas climáticas, especialmente si la capacidad industrial para refinar y procesar esos minerales sigue aumentando.

Figura 5. Participación de América Latina en las reservas de minerales esenciales



Fuente: Elaborada por el autor, basada en diversas fuentes y conjuntos de datos

Sin embargo, incluso para países que dependen de los "minerales del futuro", cuya demanda se prevé que aumentará con el despliegue tecnologías de bajas emisiones de carbono, el panorama a largo plazo sigue estando dominado por altos niveles de incertidumbre y riesgos relacionados con alteraciones tecnológicas. Hay precedentes históricos: a principios del siglo XX, en el descubrimiento en Alemania de una nueva forma de producir amoníaco tuvo un impacto económico dramático en Chile, que entonces era tremendamente dependiente de la extracción de depósitos naturales de nitrato de sodio. Un escenario como este no es algo impensable para países latinoamericanos como Chile o Bolivia, que actualmente están apostando en los "minerales del futuro" (tales como el litio²⁰), dadas las grandes cantidades de recursos invertidos en I+D para desarrollar tecnologías de baterías eléctricas alternativas (tales como baterías de estado sólido o pilas de combustible de hidrógeno, especialmente en China, Japón y los EEUU) que dependen de minerales y materias primas alternativas. Por

²⁰ Perotti, R y Coviello, M. (2015). "Governance of strategic minerals in Latin America: the case of Lithium," *Documentos de Proyectos* 669. Santiago: CEPAL.

lo tanto, las decisiones de invertir en capacidades de adición de valor en fase descendente o en producción de baterías eléctricas en países que producen litio deben considerar los potenciales riesgos de las alteraciones tecnológicas, las que pueden ser considerables si se considera cuán estrechos son los enlaces progresivos que se encuentran en materias primas como el litio (utilizado principalmente para baterías eléctricas), en contraste con minerales tales como el cobre y la plata, que tienen una amplia variedad de aplicaciones.

Además, persisten desafíos relacionados con los daños ambientales causados por la extracción de esos minerales, tales como contaminación de suelo y problemas hídricos. En el contexto de un futuro bajo en carbono, se prevé un aumento de la presión a los productores mineros latinoamericanos para que adopten métodos de extracción con menores emisiones de carbono. Esta presión también surge de los conflictos sociales que surgen ante la expansión de las actividades mineras y las preocupaciones de la comunidad sobre la contaminación ambiental.²¹ Por lo tanto, las innovaciones de biominería (o minería verde) serán esenciales para avanzar, tal como se han implementado en Chile por medio de la aplicación de biolixiviación a la minería del cobre.²² La presión que ha recibido Chile para implementar la biominería desde la década de los 90 fue el resultado de una serie de factores, tales como el alza del precio del cobre, el agotamiento de los minerales de alta ley, el aumento de los costos asociados a los procesos tradicionales, y una preocupación cada vez mayor por el medio ambiente.²³ Aprovechando las nuevas posibilidades que abre la biotecnología, se han estudiado y puesto a prueba diversas innovaciones, tales como el uso de agua de mar para la lixiviación de minerales de cobre en el Proyecto Lince, una colaboración entre las empresas mineras finlandesa y chilena Outokumpu y Minera Michilla, la que fue la primera operación el mundo en usar agua de mar como la única fuente de agua en una operación controlada de lixiviación en pilas. En Chile, actualmente se obtiene alrededor del 10% del cobre a través de la biolixiviación.²⁴ A pesar de sus potenciales limitaciones, la biolixiviación (que consiste en el uso de bacterias para obtener cobre a partir de minerales de baja ley) tiene muchas ventajas técnicas, medioambientales y económicas en comparación con la pirometalurgia.²⁵ La reducción de la huella de carbono de

²¹ Haslam, P. A., y Tanimoune, N. A. (2016). The determinants of social conflict in the Latin American mining sector: new evidence with quantitative data. *World Development*, 78, 401-419; Mara Weiß, Stefan Giljum y Sebastian Luckeneder (2020) Mining and social conflict in Latin America: Which factors drive conflict escalation, *FINEPRINT Brief No. 17*, July.

²² Gentina, J.C., y F. Acevedo (2013). 'Application of Bioleaching to Copper Mining in Chile'. *Electronic Journal of Biotechnology*, 16(3).

²³ Domic, 2007 Domic, E.M. (2007). 'A Review of the Development and Current Status of Copper Bioleaching Operations in Chile: 25 Years of Successful Commercial Implementation'. In D.E. Rawlings y D.B. Johnson (eds), *Biomining* (pp. 81-95). Berlin/Heidelberg: Springer.

²⁴ Benavente J.M. y Goya, D. (2011). 'Copper mining in Chile', *Sectorial Report, Project Opening up Natural Resource-Based Industries for Innovation: Exploring New Pathways for Development in Latin America*, IDRC.; Pietrobelli C., Marín A., Olivari J. (2018), "Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America," *Resources Policy*, vol. 58, pp. 1-10

²⁵ Gentina y Acevedo, op. cit.

industrias extractivas por medio de la biominería tiene consecuencias para la productividad a largo plazo, e incluso podría cambiar la factibilidad de proyectos de inversión, debido a:

- El potencial de reducir costos en caso de que se aplicaran impuestos al carbono;
- El potencial de mejorar la aceptación social de las actividades mineras, reduciendo de este modo los costos por conflicto;
- El potencial de obtener márgenes de ganancia más elevados cobrando una prima por productos "más verdes" en el mercado;
- Y la posibilidad de mantener (o ganar) participaciones de mercado en respuesta a las presiones por ecologizar cadenas de suministro enteras y las normas de sostenibilidad impuestas por empresas líderes o Gobiernos.

En el futuro, la magnitud de los beneficios que obtengan los países latinoamericanos producto del auge de los minerales esenciales también depende de la regionalización adecuada de las cadenas de suministro. Una cooperación para promover las cadenas regionales de suministro en torno a la extracción de minerales esenciales permitiría a los proveedores locales y a las actividades de procesamiento en fase descendente en dicho sector obtener aumentos de productividad considerables por medio de economías de escala, además de ofrecer oportunidades de diversificación, generación de empleos y desarrollo industrial. Sin embargo, para desarrollar y fortalecer las cadenas de suministro regionales será necesario contar con políticas pertinentes y mecanismos de cooperación regional adecuados, razón por la cual la sección 5 de este informe destaca también las oportunidades para usar minerales esenciales como palanca de desarrollo en América.



Paneles solares en Atacama, Chile. / Abriendomundo (Shutterstock)

Panorama general de las energías renovables

Resumen

América Latina tiene uno de los mercados de energías renovables más dinámicos del mundo. Más de un cuarto de la energía primaria en la región procede de recursos renovables, lo que corresponde al doble del promedio mundial, a la vez que la capacidad de generación de energías renovables per cápita en la región es casi el doble del promedio mundial, principalmente debido al aumento sostenido de inversiones en proyectos de energía renovable desde el año 2000. América Latina y el Caribe también exhibe el sector eléctrico con menos emisiones de carbono en el mundo, ya que tiene la mayor proporción del sector hidroeléctrico.²⁶

Hoy en día, los recursos renovables son la fuente más asequible de generación de nuevos tipos de energía en muchos países, pero especialmente América Latina. Los costos de tecnológicos para energías renovables han caído hasta tal punto que la energía solar y la energía eólica marina ya no requieren apoyo financiero para competir con la generación de energía convencional en cada vez más países latinoamericanos.²⁷ Las compañías eléctricas en México, Perú y Chile ya están ofreciendo electricidad solar y eólica a precios tan bajos como 3 centavos de dólar por

²⁶ ILO (2018). *Presente y futuro de la protección social en América Latina y el Caribe*. Accessible at https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_633654.pdf

²⁷ IRENA (2020). *Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

kilovatio-hora (kWh). Es el costo más bajo a nivel mundial de generación eléctrica procedente de cualquier recurso, y hasta seis veces más económico que la electricidad producida a partir de carbón, petróleo o gas.²⁸

Sin embargo, puede hacerse mucho más para capturar otros beneficios socioeconómicos del desarrollo de energías renovables, tales como el acceso a la energía, empleos de calidad, efectos expansivos del conocimiento y la innovación, y capacidades de fabricación con energía limpia. A pesar de su considerable progreso, el sector energético aún no alcanza su máximo potencial, ya que el consumo de energía y electricidad sigue siendo bastante bajo en la región. El acceso a la electricidad es un componente importante de la vida moderna, y el acceso eléctrico en América Latina y el Caribe ha experimentado un notable progreso en los últimos 25 años... Sin embargo, queda mucho por hacer, ya que el año 2019 alrededor de 10 millones de personas en América Latina y el Caribe carecían de acceso a electricidad (lo que es una reducción significativa frente a los 27 millones de personas registradas 10 años antes, en 2009), el 90% de quienes viven en zonas rurales.²⁹ El comercio transfronterizo de electricidad también sigue estando limitado, pese al potencial y considerable ahorro de costos que conlleva, y es necesario adoptar medidas para capturar el potencial aumento de empleos de calidad en la industria de energías renovables, especialmente en aquellos países y comunidades que necesitan compensar la pérdida de empleos que se prevé que ocurrirá en el sector de combustibles fósiles. Esto se debe a que la mayoría de los países latinoamericanos, con excepción de Brasil, forman parte de segmentos de bajo valor agregado en las cadenas de valor de energías renovables, en las que se realiza escasa fabricación e innovación. Existen considerables oportunidades que están comenzando a explorarse cuando se trata de usar recursos renovables para potenciar un desarrollo industrial sostenible en la región.

Implementación de recursos renovables y acceso energético

La energía renovable per cápita en América Latina y el Caribe es casi el doble del promedio mundial (figura 6). En 2010 la capacidad promedio de energía renovable per cápita en América Latina era de alrededor de 284 kWh. En 2019, en menos de una década, se había incrementado en un 43% hasta 405 kWh. En 2019, Paraguay, Uruguay y Brasil tuvieron las cifras más altas de la región, seguidos por Chile (figura 7).

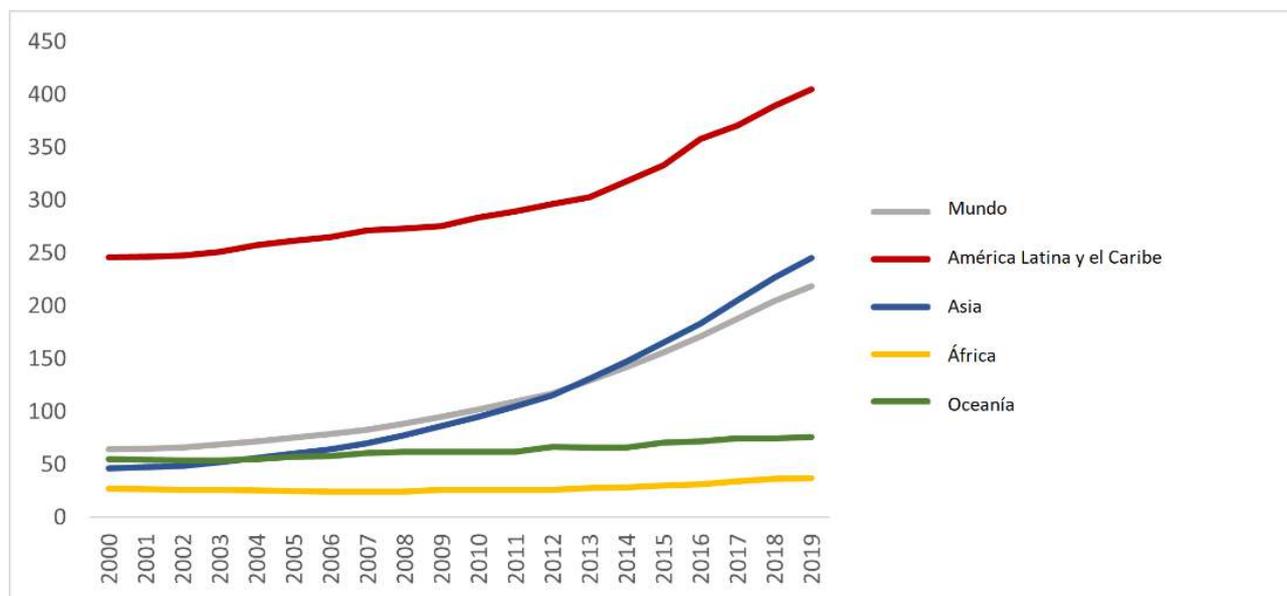
Sin embargo, existen considerables desigualdades dentro de la región, ya que la capacidad de energía renovable per cápita es bastante elevada en América del Sur

²⁸ibid.

²⁹(BID, 2016) ; Banco Mundial (2021). Indicadores del desarrollo mundial. Disponible en: <https://data.worldbank.org> (visitado el 23 de agosto de 2018).

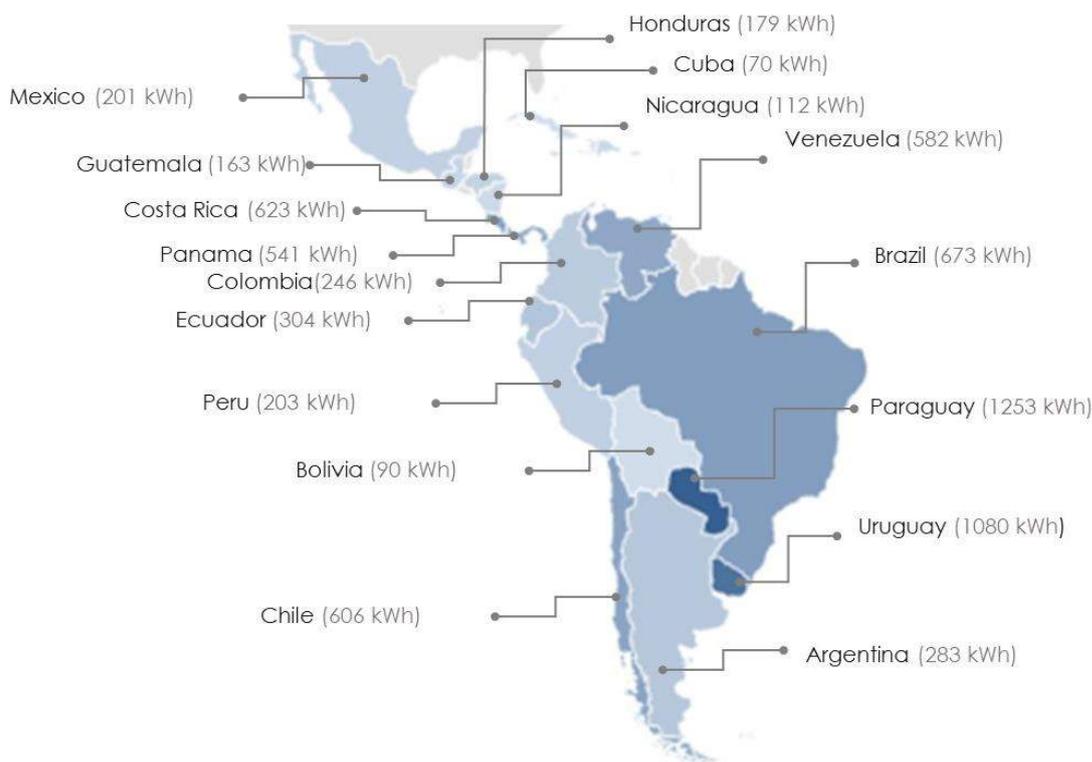
(517 kWh per cápita), considerablemente más baja en América Central (214 kWh per cápita), y extremadamente baja en el Caribe (77 kWh per cápita).

Figura 6. Capacidad de energía renovable per cápita, por regiones, en kWh per cápita (2000-2019)



Fuente: Elaborado por el autor, basada en estadísticas de IRENA

Figura 7. Mapa de capacidad de energía renovable per cápita (2019)



Fuente: Autor

Pese a la instalación impresionante de recursos renovables en América Latina, las necesidades energéticas de varios países de la región aún no se encuentran totalmente cubiertas. La brecha en cuanto a acceso energético continúa siendo alta en algunos países (especialmente en Nicaragua, Guatemala y Perú). Además, en promedio, los negocios de América Latina sufren 2,8 cortes de electricidad en un mes normal, los que normalmente duran una hora y media, y cerca del 40% de las empresas de la región ha identificado al sector eléctrico como una limitación importante para el desarrollo de todo su potencial.³⁰ Adicionalmente, los hogares de bajos ingresos tienden a sufrir más cortes de electricidad y aumentos de potencia que los hogares de altos ingresos.³¹ La carencia de servicio eléctrico, por lo tanto, sigue siendo un gran obstáculo para mejorar las vidas de las personas en muchas zonas de la región.

A pesar de que más del 98% de la población tenía acceso a la electricidad en 2019³², el consumo promedio de energía y electricidad per cápita de la región es bastante inferior a los promedios mundiales de 28.884 kWh y 3322 kWh, respectivamente.³³ Solo cuatro países de la región (Paraguay, Trinidad y Tobago, Chile y Uruguay) tenían tasas de consumo eléctrico superiores al promedio mundial en 2020 (figura 8). Si esto es una buena mala noticia —es decir si el consumo bajo de energía en la región significa que los latinoamericanos tienen un estándar de vida que implica un bajo consumo eléctrico, o que demasiadas personas sufren de pobreza energética— aún no está claro.

Además de tan solo tener acceso a energía, la pobreza energética también puede definirse en términos de si el acceso a electricidad es suficiente para atender las necesidades diarias (la cantidad exacta también varía según las condiciones locales, como la temperatura promedio anual) y el costo de esa electricidad. Por ejemplo, puede considerarse pobreza energética de un hogar si este necesita gastar más del 10% de sus ingresos en combustible para mantenerse adecuadamente cálido (lo que es la definición oficial de pobreza energética del Reino Unido). Por lo tanto, la proporción de gastos del hogar utilizada para solventar sus costos energéticos es otro indicador importante para identificar la pobreza energética en América Latina. Si bien el desafío está más relacionado con menos energía, la energía es necesaria para proporcionar los bienes y servicios básicos que aseguran el bienestar de las generaciones actuales y futuras, y se espera que la demanda de energía primaria de la región sea por lo menos un 80% superior que los niveles actuales.³⁴

³⁰ World Bank Enterprise Surveys.

³¹ Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *Megacities & Infrastructure in Latin America: What its people think*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

³² Banco Mundial (2021), op. cit.

³³ BP Statistical Review of World Energy; (OIT BID 2022)

³⁴ Balza et al (2016). *Lights On? Energy Needs in Latin America and the Caribbean to 2040*. Washington DC: BID

Los países de América Latina y el Caribe pueden clasificarse a grandes rasgos en cuatro grupos:

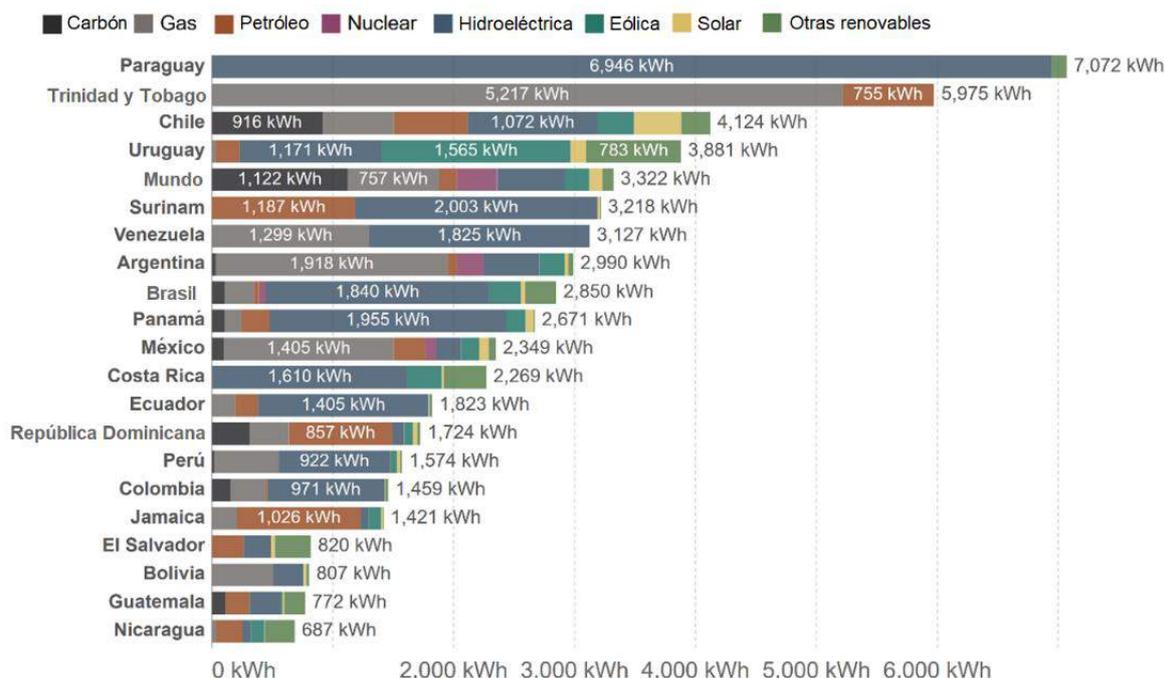
- Aquellos que dependen en gran medida de combustibles fósiles para la generación eléctrica (Trinidad y Tobago, así como Argentina, República Dominicana, Jamaica y México).
- Aquellos que dependen en gran medida de la generación hidroeléctrica (Paraguay, Brasil, Panamá, Costa Rica y Ecuador)
- Aquellos que cuentan con una mezcla diversa conformada por combustibles fósiles y recursos renovables (Chile, Colombia, Guatemala, Perú, Surinam, Venezuela)
- Y aquellos que tienen una diversidad de recursos renovables (Uruguay).

Cada uno de esos grupos enfrenta diferentes desafíos y punto de partida cuando se trata de transiciones energéticas. Los países que dependen de los combustibles fósiles necesitan transicionar a fuentes de energía limpia con mayor urgencia, ya que esos recursos son de naturaleza no renovable y podrían acabarse dentro de unas pocas décadas (sección 2). Los países que dependen de la generación hidroeléctrica también enfrentan la necesidad de diversificar sus fuentes de energía, debido a la alta vulnerabilidad de la hidroelectricidad a las condiciones climáticas.³⁵ Una temporada seca, y/o temperaturas más altas, pueden causar una escasez significativa de energía hidroeléctrica (como en la cuenca del Río Jubones en Ecuador, por ejemplo).³⁶ Aquellos países que tienen una mezcla diversa de fuentes energéticas tienen una matriz energética más resiliente, aunque el desafío de expandir la capacidad de generación de energía limpia persiste en países cuyas necesidades energéticas no están totalmente cubiertas.

³⁵ BID (2016). Vulnerability to Climate Change of Hydroelectric Production Systems in Central America and their Adaptation Options. Washington DC: BID; AIE (2021), *Climate Impacts on Latin American Hydropower*. Paris: AIE

³⁶ Hasan, M. M., y Wyseure, G. (2018). Impact of climate change on hydropower generation in Rio Jubones Basin, Ecuador. *Water Science and Engineering*, 11(2), 157-166.

Figura 8. Consumo eléctrico per cápita por fuente, 2020



Fuente: Our World in Data basado en Statistical Review of World Energy & Ember de BP

Inversiones

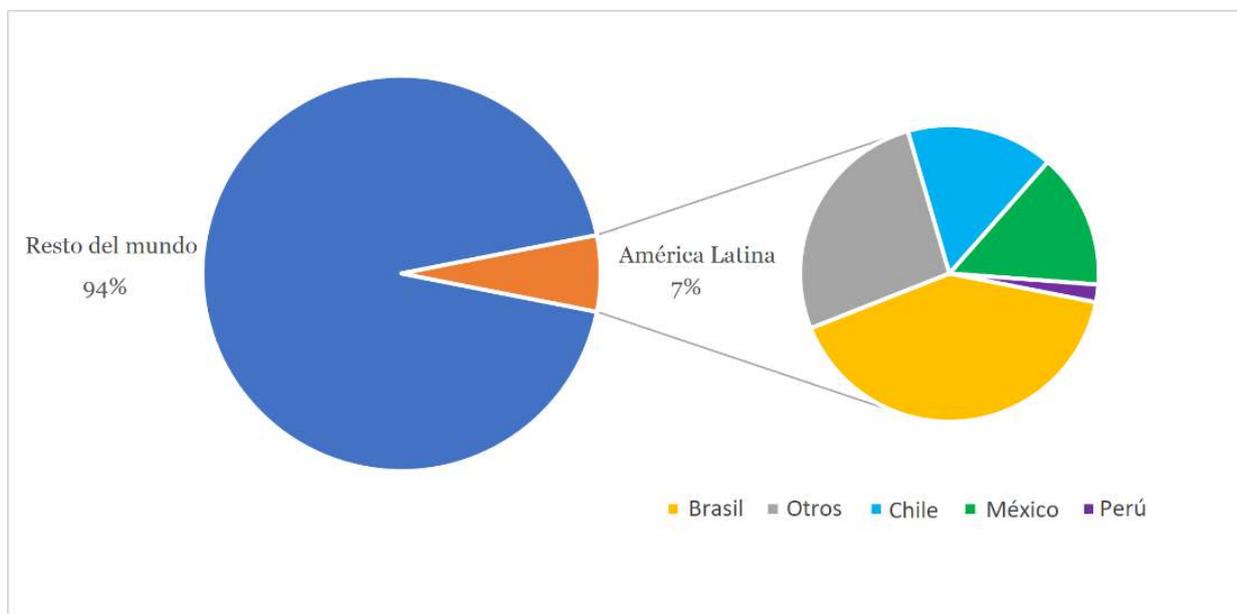
Durante el período 2010–2021 se invirtieron 3,3 billones de dólares en capacidad mundial de generación de energías renovables (excluyendo proyectos hidroeléctricos grandes) es decir, más del triple del monto invertido en la década anterior. América Latina y el Caribe ha atraído alrededor de un 7% de estas inversiones mundiales. La inversión total en recursos renovables en América Latina alcanzó casi 200.000 millones de dólares entre los años 2010 y 2021. Las inversiones en capacidad de energía renovable en América Latina también se han multiplicado por 20 desde 2005, hasta alcanzar un récord de 24.300 millones de dólares en el último año, 2021. La inversión en fuentes de energía renovable en la región supera el promedio anual mundial de 18% desde 2005.³⁷

La distribución de la inversión en energías renovables ha sido bastante desigual en la región. Tres países —Brasil, Chile y México— dieron cuenta de tres cuartos de la inversión en energías renovables en la región desde 2010. Brasil ha captado la mayoría de las inversiones de la región, con más de 12.000 millones de dólares invertidos en energías renovables en 2021, lo que lo sitúa en el 9° lugar en el mundo. Entre 2010 y 2021, tres países latinoamericanos (Brasil, México y Chile) se situaron dentro de los 20 países superiores en términos de inversión en energías renovables, con una inversión combinada que supera los 100.000 millones de dólares.

³⁷Cálculos basados en datos de Bloomberg NEF (BNEF).

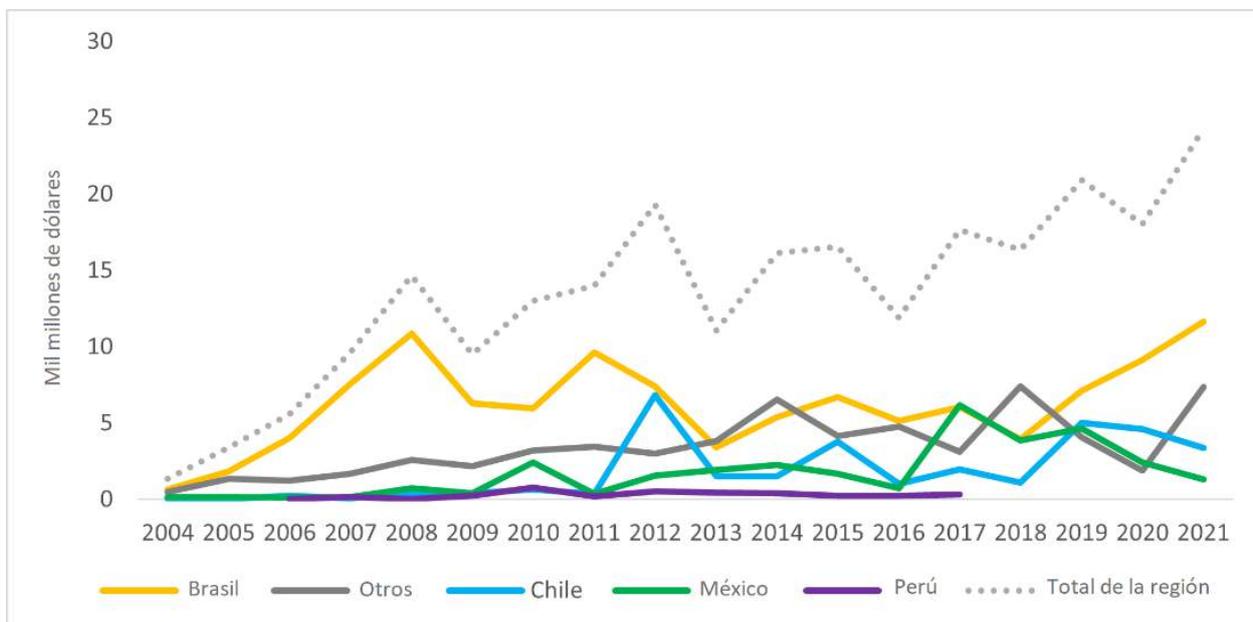
La composición tecnológica de las inversiones en energías renovables en América Latina ha cambiado considerablemente en las últimas dos décadas. En 2008, los biocombustibles (y en menor medida, biomasa y tratamiento de residuos) representaron más del 60% de inversiones en energías renovables en la región. En 2021, la energía solar y eólica representan más del 99% de las nuevas inversiones. El crecimiento del mercado de energía solar ha sido especialmente espectacular, con inversiones que aumentaron de 1200 millones de dólares a 15.200 millones de dólares en la última década.

Figura 9. Inversiones en energías renovables (2010-2021)



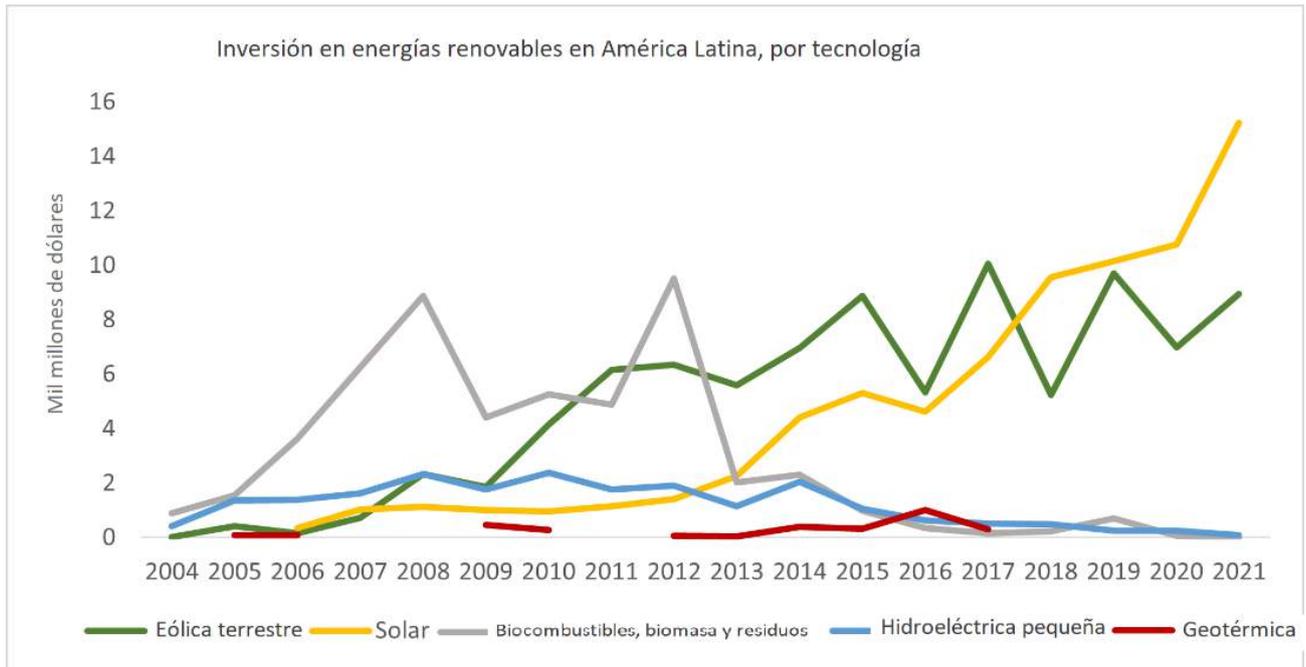
Fuente: Elaborada por el autor, basada en datos de Bloomberg NEF (BNEF)

Figura 10. Inversión en energías renovables en América Latina y el Caribe, por país



Fuente: Elaborada por el autor, basada en datos de Bloomberg NEF (BNEF)

Figura 11. Inversión en energías renovables en América Latina y el Caribe, por tecnología



Fuente: Elaborada por el autor, basada en datos de Bloomberg NEF (BNEF)

El financiamiento público ha sido el impulsor principal de la expansión de las energías renovables. Por lo menos 14 países latinoamericanos ya han creado fondos públicos dirigidos específicamente a energías renovables, o bien fondos elegibles que pueden destinarse a ellas.³⁸ Cada fondo proviene de distintas fuentes, incluidos fondos gubernamentales específicos o de contribuciones regulares, impuestos específicos, subvenciones cruzadas, donaciones de socios de desarrollo internacionales.³⁹ Sin embargo, el financiamiento público para recursos renovables en la región también ha sido volátil en la última década (figura 10), especialmente en países (como Ecuador) que dependen de los ingresos petroleros, que se caracterizan por su elevada volatilidad de precio.⁴⁰ Mirando al futuro, aumentar y estabilizar el financiamiento público destinado a recursos renovables, además de captar inversiones privadas por medio de cadenas de valor de energías renovables será una prioridad (sección 5.1).

Comercio de electricidad

Aunque el comercio internacional y transfronterizo de electricidad en América Latina debería traer beneficios considerables, y a pesar del potencial de la región y de la competitividad por producir electricidad de bajas emisiones de carbono y bajo costo,

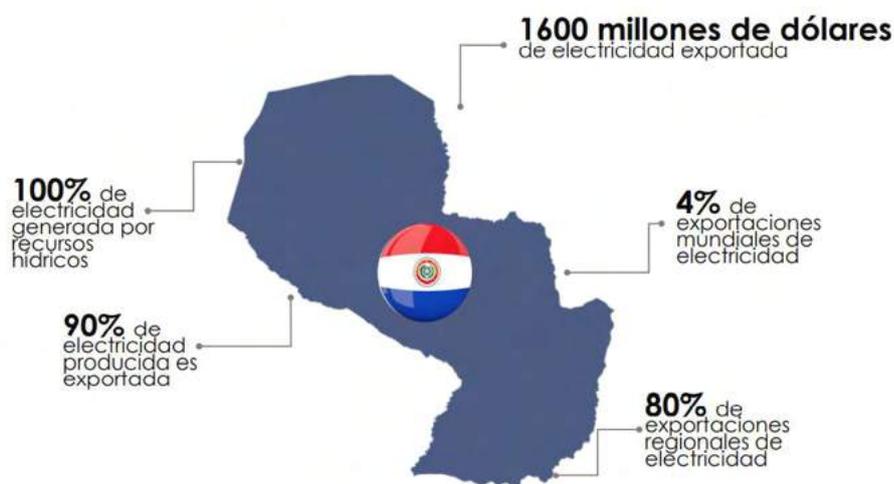
³⁸ IRENA (2015) *R&D for Renewable Energy Technologies: Cooperation in Latin America and the Caribbean*. Abu Dabi: IRENA

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Anzolin, G., y Lebdioui, A. (2021). Three dimensions of green industrial policy in the context of climate change and sustainable development. *The European Journal of Development Research*, 33(2), 371-405.

estas operaciones comerciales se han mantenido limitadas y sus potenciales beneficios no se han concretado.⁴¹ El comercio de electricidad está creciendo a nivel mundial y alcanzó cerca de 35.000 millones de dólares en 2019. Mientras, ese mismo año, los países de la región comercializaron alrededor de 2200 millones de dólares en electricidad. Brasil representó alrededor del 56% de esas importaciones, seguido de Argentina (20%), México (15%) y Colombia (3%). Con alrededor de 1600 millones de dólares, Paraguay fue el mayor exportador de electricidad en América Latina (dando cuenta del 80% de la electricidad comercializada en la región y el 4,4% de la exportación eléctrica mundial, ver la figura 12). Lo siguieron de lejos Guatemala (259 millones de dólares), México (228 millones de dólares), Uruguay (88 millones de dólares)⁴² y Ecuador (67 millones de dólares). La electricidad (generada por completo por energía hidroeléctrica) representa más del 20% de la exportación de Paraguay. Más del 90% de la energía que genera se exporta sus países vecinos, Brasil (75%) y Argentina (25%).

Figura 12. Indicadores clave sobre energías renovables de Paraguay



Fuente: Autor, basado en cálculos de diversas fuentes de datos

Si los países latinoamericanos permitieran el comercio transfronterizo irrestricto de electricidad sin aumentar su capacidad de generación eléctrica actual, habría un ahorro considerable en el costo de suministro eléctrico. Los beneficios del comercio regional de electricidad son especialmente altos cuando distintas fuentes de energía pueden funcionar juntas de manera sistémica, como sucede en Nord Pool, la bolsa de intercambio eléctrico paneuropeo. La evidencia reciente muestra que el volumen de comercialización transfronteriza de electricidad aumentaría en un 13% si se permitiera el

⁴¹Timilsina, G., Deluque Curiel, I., y Chattopadhyay, D. (2021). How Much Does Latin America Gain from Enhanced Cross-Border Electricity Trade in the Short Run? Washington D.C.: Banco Mundial.

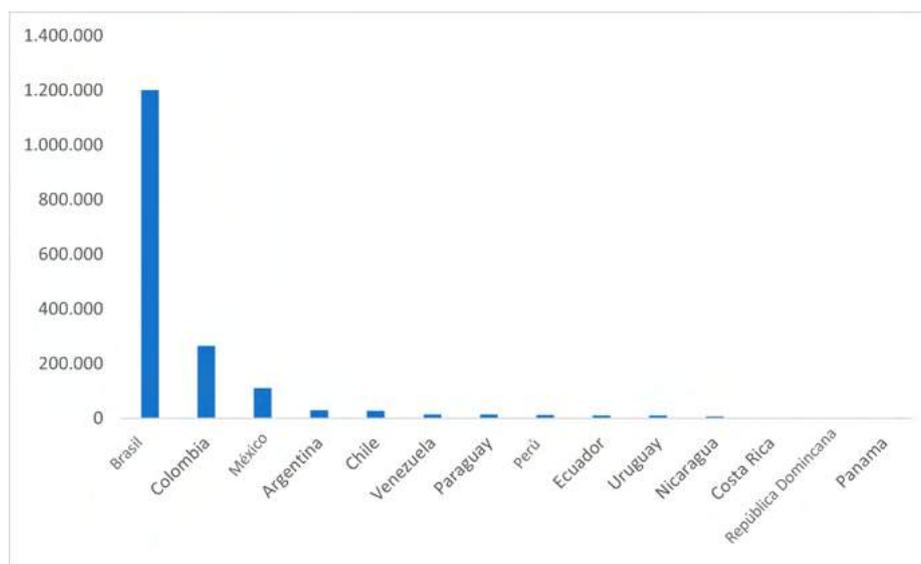
⁴²Datos de UN Comtrade.

comercio de electricidad irrestricto a nivel subregional (entre los países de las subregiones Andina, Central y del Mercosur), y en un 29% si se permitiera el comercio plenamente regional, que incluyera a los 20 países.⁴³ La región ganaría 1500 millones de dólares anuales en el primer escenario y casi 2000 millones de dólares en el segundo. Más de la mitad de las ganancias serían obtenidas por la subregión Andina en ambos casos.⁴⁴ Estos son beneficios a corto plazo si no se incrementan las capacidades actuales de generación eléctrica, y en el futuro, a medida que los países latinoamericanos aumenten su capacidad de generación para satisfacer la creciente demanda, los beneficios de comercializar electricidad serán incluso mayores. Por lo tanto, fomentar la integración de los países latinoamericanos a una red eléctrica regional constituye una prioridad clave de las políticas para seguir avanzando (como se discute en mayor detalle en la sección 5.2).

Empleos

Los sectores de energía renovable tienen un gran potencial de generar nuevos empleos. La implementación de energías renovables puede estimular el desarrollo industrial y generar una amplia variedad de empleos en las áreas de construcción, fabricación, y operaciones y mantenimiento. Los empleos en el sector de las energías renovables se han incrementado de manera constante en las últimas décadas, hasta alcanzar un récord de 12 millones en 2020. Casi el 40% de estos empleos están en China, y el 14% (alrededor de 1,7 millones) fueron generados en América Latina (la mayoría de ellos en Brasil, con más de 1,2 millones de empleos).⁴⁵

Figure 13. Jobs in renewable energy sectors by Latin American country, as of 2020



Fuente: Elaborado por el autor basado en datos proporcionados por IRENA.

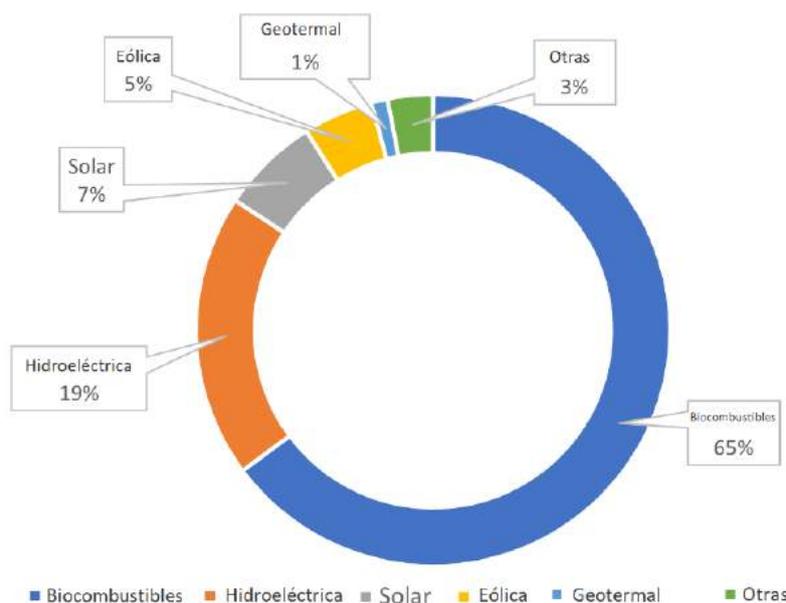
⁴³ Timilsina et al., op cit.

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ IRENA (2020). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020*. Abu Dabi: IRENA.

El grueso de los empleos en el sector de energías renovables de América Latina se encontraba en biocombustibles y, en menor medida, en energía hidroeléctrica. América Latina representa el 44,4% de todos los empleos en el área de biocombustibles del mundo, donde Brasil por sí solo da cuenta del 36% de ellos (con casi 900.000 empleos), seguido de Colombia (alrededor de 200.000 empleos).⁴⁶ La hidroelectricidad es la segunda fuente de empleos en el sector de las energías renovables, donde Brasil se sitúa como el 3^{er} país más grande en términos de empleos en dicho sector. Mientras, la energía eólica actualmente da empleo a más de 80.000 personas en América Latina. Nuevamente, Brasil ocupa el primer lugar en términos tanto de empleos marítimos como terrestres, mientras que México también ha aumentado recientemente su capacidad general de producción eólica, generando más empleos en ese sector. Brasil y México, respectivamente, ocupan el 6° y el 8° lugar en cuanto a disponibilidad de empleos en el sector eólico. La Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) señala que alrededor del 56% de los empleos generados en este sector del país corresponde al área de fabricación, el 34,5% a la construcción, y el 9,5% a operaciones y mantenimiento.⁴⁷ En otro país de la región, Chile, se estima que el sector de energía eólica proporciona 9400 empleos, número que se espera crezca considerablemente dadas las recientes inversiones de gran escala en el país para acelerar la implementación de este tipo de energía.

Figura 14. Empleos en el sector de las energías renovables en América Latina por fuente de energía



Fuente: Elaborado por el autor basado en datos proporcionados por IRENA.

⁴⁶ IRENA (2021a). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021*. Abu Dabi: IRENA.

⁴⁷ Zarco, J. (2020), "Inversión de 11.4 mil millones de dólares en la generación de Energía Eólica, 6,160 MW instalados y más de 13 mil empleos en México", *PV Magazine Mexico*, 16 June.; Zarco, J. (2021), "Oaxaca Eólica...Oaxaca Renewable", *PV Magazine Mexico*, 25 de agosto.

En el futuro, la necesidad de compensar las pérdidas de empleo previstas en el sector de combustibles fósiles implica que es necesario hacer más para capturar las potenciales oportunidades laborales que surgirán en la industria de las energías renovables. Por lo tanto, será esencial contar con políticas dirigidas a facilitar la reasignación y readaptación de las competencias de los trabajadores e incentivar la localización de actividades que tengan el potencial de generar puestos de empleo de calidad (sección 5). Bajo el Acuerdo de París y el llamado a limitar el aumento de la temperatura mundial a 1,5°C, el sector de las energías renovables podría ser responsable de 38 millones de empleos en 2030 y 43 millones en 2050.⁴⁸ Los cálculos también sugieren que la transición a una economía verde ofrece la promesa de crear 15 millones netos de nuevos empleos en América Latina y el Caribe (especialmente en los sectores de energía solar y eólica, además de los de agricultura y servicios forestales sostenibles).⁴⁹ Estos prospectos laborales también ofrecen un mayor potencial de reducción de la desigualdad de género, dado que un tercio de los empleos en el sector de energías renovables son ocupados por mujeres, cantidad mucho mayor que la participación de mujeres en empleos del sector de combustibles fósiles.⁵⁰

Además de la *cantidad* de empleos creados, los países latinoamericanos también deben asegurarse de capturar algunos de los aumentos de empleos *de calidad* generados por la transición a otros tipos de energía. Es necesario contar con empleos decentes (es decir, con buenos salarios) y condiciones laborales seguras para asegurar una transición justa. A pesar de eso, a la fecha, la mayoría de los empleos creados fueron en las áreas de construcción, operaciones y mantenimiento, los que tienden a ser temporales, de salarios bajos y no cualificados. Por ejemplo, en Brasil, se calcula que el 58% de los nuevos empleos en el sector eólico se centraron en la etapa de construcción y el 16% en operación y mantenimiento (comparado con el 13% y el 3% en Europa, respectivamente), lo que dejó un 26% en el área de fabricación.⁵¹ La fabricación nacional y las actividades de contenido local han aumentado desde 2014, pero muchos empleos continúan siendo temporales y poco cualificados.⁵² En ese sentido, lograr una integración más profunda de las actividades de valor agregado y de contenido local de las cadenas de suministro mundiales de energías renovables sigue siendo un desafío (como se discute en la siguiente sección).

⁴⁸ IRENA (2021a), op. Cit.

⁴⁹ Saget et al., op. cit.

⁵⁰ IRENA 2021^a, op. Cit.

⁵¹ Simas, M., y Pacca, S. (2014). Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 83–90.

⁵² Hochstetler, K. (2020) *Political economies of energy transition: wind and solar power in Brazil and South Africa*. Cambridge University Press.

Cuadro 1. Empleos en el sector de energías renovables en Brasil



Brasil tiene aproximadamente 1,2 millones de empleos en el sector de energías renovables, la mayoría de las cuales pertenecen al sector de biocombustibles. Aunque las cifras generales de empleo se han mantenido relativamente estables, la composición de los empleos está cambiando. En el sector de biocombustibles, la cantidad de empleos en producción de biodiésel ha aumentado (324.000 empleos en 2020), pero los empleos en producción de etanol se están reduciendo (547.000 empleos). Se espera que este número continúe bajando a medida que el sector se torne cada vez más mecanizado.

La producción y el empleo en el sector de energía eólica de Brasil también está aumentando rápidamente. IRENA estima que la fuerza laboral del país en ese sector comprende a unas 40.000 personas, principalmente en las áreas de construcción, operaciones y mantenimiento, empleos que tienden a ser temporales, con bajos salarios y poco cualificados.

El sector solar de Brasil también está creciendo, y dio empleo a alrededor de 68.000 personas en 2020. El grueso de los paneles solares fotovoltaicos sigue siendo importado, ya que los módulos fabricados a nivel nacional, que son elegibles para financiamiento con bajas tasas de interés, tuvieron aproximadamente un 3,8% de demanda en 2020 (Greener, 2021).

Fuente: IRENA 2021 (EMPLEOS)

Fabricación y cadenas de suministro de recursos renovables

Pese al crecimiento del mercado de energías renovables, parece ser que los países latinoamericanos, con algunas notables excepciones (p. ej., Brasil), están en su mayoría insertados en segmentos de bajo valor agregado de las cadenas de valor de energías renovables, tales como producción de materias primas y actividades de instalación y mantenimiento. En términos amplios, los responsables del desarrollo de políticas públicas disponen de dos estrategias cuando se trata de la implementación de energías renovables: un enfoque expeditivo o "vía rápida", o un enfoque de "vía lenta".⁵³ Aplicar la estrategia de la vía rápida implica la adopción e implementación rápidas de tecnologías de bajas emisiones de carbono, importándolas de donde ya están disponibles (p. ej., instalación de la mayor cantidad de turbinas en el menor tiempo posible, mediante la importación de turbinas eólicas completamente ensambladas). Una estrategia de vía lenta va más allá de tan solo medidas para la adopción y la instalación de energías renovables, e implicaría el incentivo de la producción de equipos que aporten directamente a las cadenas de valor de las energías renovables (p. ej., desarrollar una instalación nacional para la fabricación de turbinas eólicas). Con excepción de Brasil (y

⁵³ Lema, A., y Ruby, K. (2006). Towards a policy model for climate change mitigation: China's experience with wind power development and lessons for developing countries. *Energy for Sustainable Development*, 10(4), 5-13; Lema, R., Johnson, B., Andersen, A. D., Lundvall, B-Å., y Chaudhary, A. (2014). *Low-Carbon Innovation and Development*. Aalborg Universitetsforlag.

de Uruguay en menor medida), la mayoría de los países latinoamericanos han adoptado la estrategia por la vía rápida para la puesta en marcha de energías renovables. A la fecha, la mayoría de la tecnología para energías renovables ha sido importada (con la notable excepción de los biocombustibles y las turbinas eólicas fabricadas localmente en Brasil), a la vez que se integran a cadenas de valor mundiales por medio de la exportación de las materias primas necesarias para producir tecnologías de bajas emisiones de carbono (tales como cobre, litio, madera de balsa, mineral de hierro, plásticos).

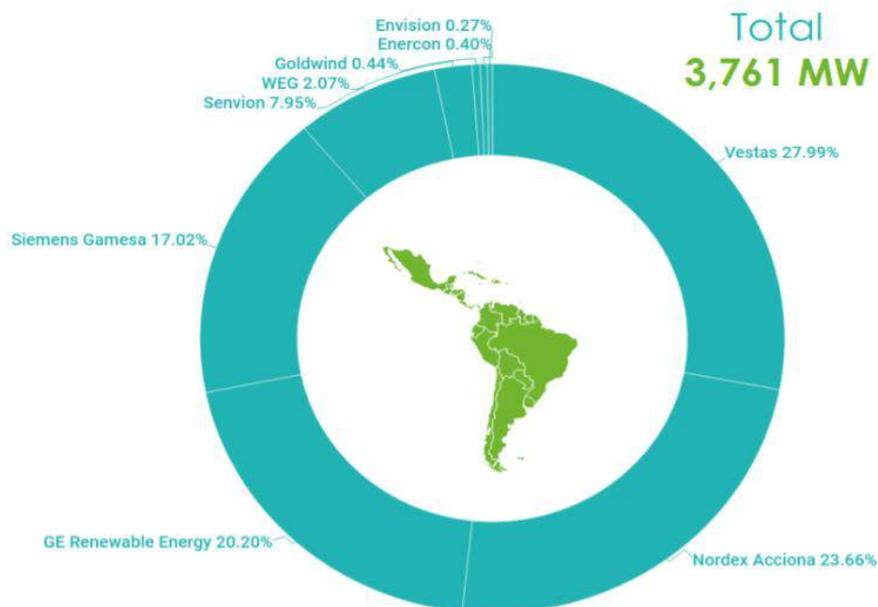
Pese a la existencia de capacidad de fabricación de turbinas eólicas en Brasil y Argentina, la capacidad de exportación continúa siendo muy limitada, y la mayoría de las turbinas eólicas instaladas han sido importadas. El sector de turbinas eólicas merece especial atención, ya que ofrece perspectivas interesantes para la regionalización de las cadenas de suministro de América Latina cuando se compara con otras tecnologías energéticas renovables.

- En primer lugar, se dispone de una amplia variedad de materias primas en diferentes partes de la región.
- En segundo lugar, América Latina es una de las regiones con la mayor demanda de turbinas eólicas, y el transporte de turbinas eólicas genera costos ambientales y económicos muy grandes (debido al tamaño de las turbinas y las altas emisiones de carbono del transporte marítimo internacional).
- En tercer lugar, la capacidad de fabricarlas a nivel nacional existe en Brasil y Argentina (en este último en menor medida). Por último, el potencial de alteraciones y competitividad es más alto en los lugares donde los prospectos de competitividad son más limitados. Sin embargo, a la fecha, la mayoría de las turbinas eólicas instaladas en América Latina han sido importadas, principalmente desde China. En 2020, las exportaciones chinas de góndolas terminadas (el mayor componente de generación eléctrica de las turbinas eólicas) representaron el 82% y el 59% de las importaciones de este producto en Chile y México (los dos principales importadores de góndolas terminadas de América Latina), respectivamente, por una suma total de 855 millones de dólares considerando a ambos países. Otros socios "más pequeños" incluyeron a los Estados Unidos, Dinamarca y España.

A nivel empresarial, Vestas, Nordex Acciona, GE Renewable Energy y Siemens Gamesa eran propietarias de entre el 17% y el 28% del mercado latinoamericano de turbinas eólicas en 2019 (figura 15). Si bien existen fabricantes locales de turbinas eólicas y componentes relacionados que logran ingresar al mercado, sus participaciones en el mercado regional continúan siendo marginales. Entre ellos se incluyen WEG (Brasil), Aeris Energy (Brasil), Wobben Windpower (Brasil) e IMPSA (Argentina). Con un 2,1% del mercado regional, WEG, el más grande proveedor de turbinas eólicas de América Latina cayó al sexto lugar en 2019, tras perder más del 5% de su participación de mercado en

América Latina, en comparación con el año anterior. Todas sus operaciones de 2019 se llevaron a cabo en su mercado nacional, Brasil.

Figura 15. Participación de mercado en turbinas eólicas en América Latina por empresa.



Source: GWEC Market Intelligence, May 2020

Source: GWEC Market Intelligence

Aún existen obstáculos considerables para atraer inversiones dirigidas a la capacidad de fabricación local y las cadenas regionales de suministro relacionadas con energías renovables. Algunas de las principales empresas de energía eólica extranjeras mencionadas anteriormente han invertido en fábricas locales (principalmente en Brasil), pero la mayoría de sus operaciones depende de turbinas eólicas importadas. Vestas es un ejemplo de una empresa extranjera que ha invertido en la producción de turbinas eólicas en Brasil, donde la fabricación local permite obtener un bajo costo energético nivelado gracias a las reducciones de impuestos para inversiones en producción local, además de los altos volúmenes vendidos en Brasil (2GW de Vestas sólo en 2021). En México, las operaciones de la empresa también se basan en los proveedores locales de torres y aspas. Sin embargo, algunos de los principales obstáculos para invertir en la expansión de la capacidad de fabricación local la región son la volatilidad de la demanda y la inestabilidad de las políticas energéticas (explicó el director de Vestas para América Latina, en una comunicación personal). Debido a los frecuentes cambios en las políticas, las operaciones en México, Brasil, Colombia y Argentina han experimentado fluctuaciones considerables de un año a otro, lo que ha dificultado su expansión. De aquí en adelante, fomentar la creación de un mercado de energías renovables más estable mediante la elaboración de una hoja de ruta clara para el mediano y largo plazo, además de contar con normativas y comunicaciones públicas más claras sobre los objetivos de energía

renovable, era esencial para promover la confianza de los inversionistas en las capacidades locales de fabricación asociada a las energías renovables (sección 5).

A pesar de los desafíos existentes, las políticas de contenido local han sido una herramienta muy eficaz para encontrar actividades de mayor valor añadido entre las cadenas de valor de turbinas eólicas en Brasil.⁵⁴ Brasil ofrece un ejemplo de desarrollo "por la vía lenta", ya que el Banco Nacional de Desarrollo de Brasil (BNDES) jugó un papel importante en el apoyo a la industria de fabricación de turbinas eólicas al ofrecer financiamiento competitivo a las centrales de energía eólica (a tasas considerablemente más bajas que los niveles de mercado), a la vez que impuso ciertas prescripciones en materia de contenido nacional.⁵⁵ Las variadas prescripciones de contenido nacional retrasaron la puesta en marcha de la energía eólica hasta después del 2009, pero con el tiempo contribuyeron a la creación de una sólida industria nacional y se convirtió en "el garante más eficaz de fabricación localizada continua de componentes eléctricos" según Hochstetler.⁵⁶ Hacia 2014 el contenido nacional en los productos fabricados por Brasil para el sector de energía eólica era cercano al 89%.⁵⁷ Sin embargo, el éxito del sector de fabricación de turbinas eólicas también se ha basado en la habilidad para aprovechar su capacidad nacional preexistente de fabricación de aeronaves, lo que genera preguntas sobre cuán replicable es este éxito en el contexto de otros países latinoamericanos que tal vez no tienen las mismas capacidades de fabricación preexistentes ni un mercado nacional de gran tamaño como Brasil. Por ejemplo, en la región, Uruguay y Argentina también han introducido prescripciones en materia de contenido local. En Chubut (Argentina) las evaluaciones existentes sugieren resultados mixtos, y que los bajos incentivos financieros y el cronograma rígido de las prescripciones en materia de contenido local han sido un obstáculo importante para el desarrollo de la energía eólica.⁵⁸

Innovación e I+D

La innovación y la I+D juegan un papel esencial en el desarrollo, la adaptación y la implementación de las tecnologías de energías renovables.⁵⁹ En este aspecto, la historia de América Latina es confuso. Por una parte, la región ha encabezado varias actividades de I+D en el ámbito de las energías renovables, entre las que se incluyen el desarrollo de herramientas de pronóstico a corto plazo para la generación eólica, turbinas hidrocínicas para usar con corrientes marinas, mini redes inteligentes para brindar electricidad a comunidades rurales y aisladas y producción de biocombustibles a partir de microalgas.⁶⁰ De estos, cabe destacar los esfuerzos de I+D que hicieron posible el desarrollo exitoso de biocombustibles en Brasil (cuadro 2).

⁵⁴ También se introdujeron prescripciones en materia de contenido local en Uruguay en 2009, con una convocatoria a subasta a pequeñas granjas eólicas de 30-50 MW con un contenido local exigido de por lo menos 20% y el requisito de contratar por lo menos al 80% de los empleados a nivel local.

⁵⁵ Hochstetler, op. cit.

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ IRENA (2019). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019*. Abu Dabi: IRENA.

⁵⁸ Jacobs, D. (2012). "Feed-in tariffs: Design options and case studies for developing countries." 26 de enero de 2012. Leonardo Webinar.

⁵⁹ Lema, R., Iizuka, M., y Walz, R. (2015). Introduction to low-carbon innovation and development: insights and future challenges for research. *Innovation and Development*, 5(2), 173-187.

⁶⁰ IRENA (2015), op. cit.

El uso de biocombustibles como sustitutos del diésel se intentó por primera vez hace más de un siglo, pero fue restringido debido a la gran viscosidad de los biocombustibles y su deficiente desempeño como fuente de energía.⁶¹ Sin embargo, a fines de la década de los 70, el Gobierno brasileño lanzó el Programa Nacional de Alternativas Energéticas Renovables de Origen Vegetal, que tenía por objeto lograr el desarrollo técnico de aceites vegetales para motores diésel. A contar de entonces, las capacidades de I+D en torno a los biocombustibles tuvieron el apoyo de una serie de programas, entre ellos la Red para la Investigación y Desarrollo Tecnológico de Biodiésel, que incluye a representantes de los sectores público, privado y académico, como también el Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel, lanzado en 2005 (cuadro 2). Hoy en día, el sector de biocombustibles de Brasil es considerado ampliamente como un éxito, dado que Brasil se ha convertido en el segundo productor más grande de biocombustibles líquidos para el área de transporte; y la industria genera casi 1 millón de empleos en el país (como se destacó previamente).

Box 2. Brazil's R&D efforts in the biofuels sector



The first Brazilian patent on biodiesel was obtained in 1983, shortly after the launch of the National Renewable Energy Alternatives from Vegetable Sources Programme and the resulting R&D with pure esters and blends with 30% ester from soybean oil, due to the greater availability of this feedstock.⁶²

Increasing concern about the sustainability of energy systems, as well as the evolution of biodiesel production in Europe, generated an increase in the interest in biofuels in Brazil, and prompted several policies aimed to stimulate R&D. In 2002, the Ministry of Science and Technology created the Network for Research and Technological Development on Biodiesel, with representatives from universities, the automotive industry and potential biodiesel producers. In 2005, the Brazilian government aimed to strengthen existing R&D capabilities by launching the National Programme of Production and Use of Biodiesel.

In 2006, Petrobras Biocombustível, a subsidiary of Petrobras, Brazil's state-owned oil company, was created to support the production of –and R&D around– biofuels. To promote technological development around biofuels, Petrobras Biocombustível led several R&D initiatives which mobilized 19 public agricultural research centres.⁶³ Those initiatives started with the launch of pilot plants to produce biodiesels in 2006 and included the establishment of an oilseeds research network in 2010, which provides funding and technical support to public agricultural research centres.⁶⁴

Today, biofuels meet about 25% of demand for road transport fuel. The development of biofuels has also led to considerable socio-economic benefits, such as job creation. For instance, ethanol production generates approximately 32 times more jobs per unit of energy produced compared to the petroleum sector.⁶⁵ Despite increasing mechanisation, the industry also generated over 500,000 direct jobs, most of which are formal jobs. Indeed, while around 40% of Brazilian agricultural workers are formally employed, 81.4% of employees in sugarcane production are formally hired and have access to employment benefits.⁶⁶

⁶¹Schwab, A. W., Bagby, M. O., y Freedman, B. (1987). Preparation and properties of diesel fuels from vegetable oils. *Fuel*, 66(10), 1372–1378.

⁶²Ministry of Industry and Trade of Brazil (1979). Programa Tecnológico Industrial de Alternativas Energéticas de Origen Vegetal. Brasília: STI/MIC.; Nogueira, L. A. H., & Capaz, R. S. (2013). Biofuels in Brazil: Evolution, achievements and perspectives on food security. *Global Food Security*, 2(2), 117–125.

⁶³Nogueira and Capaz, op. cit.

⁶⁴Ibid.

⁶⁵Ibid.

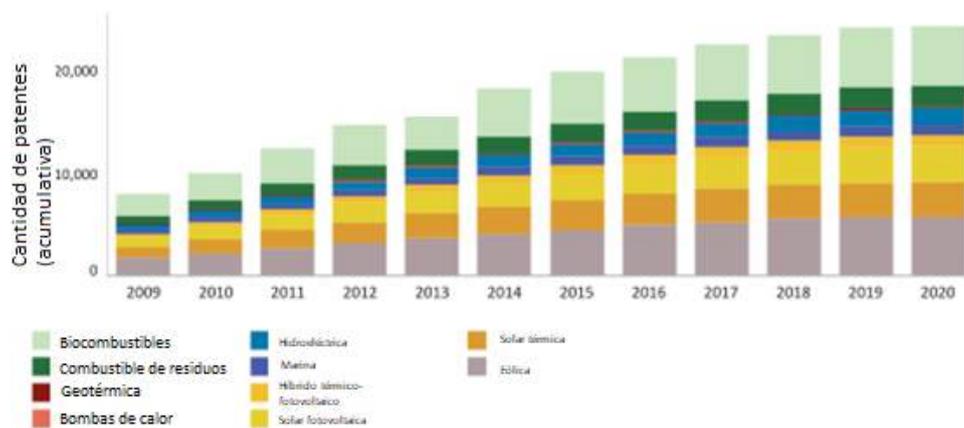
⁶⁶Moraes, M. A. F. D., Costa, C., Guilhoto, J., Souza, L., & Oliveira, F. (2010). Externalidades sociais dos combustíveis. *Etnol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*, 1.



Trabajador monitoreando el etanol en un ingenio azucarero y una planta de fabricación de etanol, Minas Gerais, Brasil, 2008. / T photography (Shutterstock)

Por otro lado, independientemente de algunos éxitos específicos, la capacidad de I+D en el sector de energías renovables continúa siendo bastante bajo en América Latina y el Caribe si se la considera mundialmente, con solo el 2,5% de las patentes mundiales de energías renovables emitidas en la región en el año 2020. Aunque las patentes de energías renovables han estado aumentando continuamente la región, han aumentado a un ritmo más lento que el total mundial, y revelan una participación relativa en declive en el mercado de patentes de energías renovables mundiales desde el año 2010.

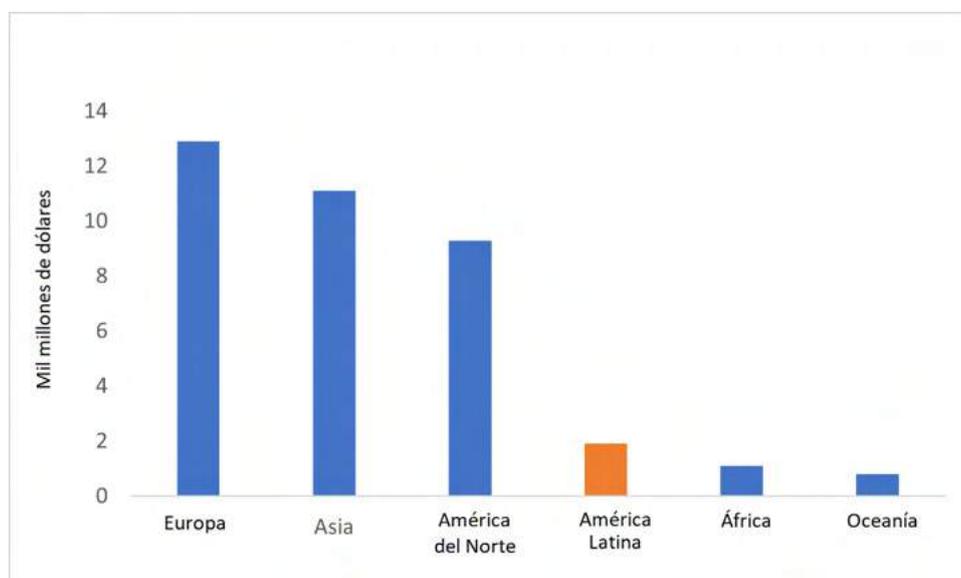
Figura 16. Evolución de las patentes de energías renovables en América Latina, 2009-2020 (acumulativa)



Source: IRENA database

Más específicamente, en el sector de energía eólica ningún país latinoamericano se encuentra entre los 10 primeros países que invierten en I+D relacionado con turbinas eólicas, y las inversiones planeadas en I+D para el decenio 2019–2028 se sitúan muy por debajo de Europa, Asia, y América del Norte (figura 17).

Figura 17. Inversión mundial planificada en I+D en energía eólica (pública y privada), 2019–2028

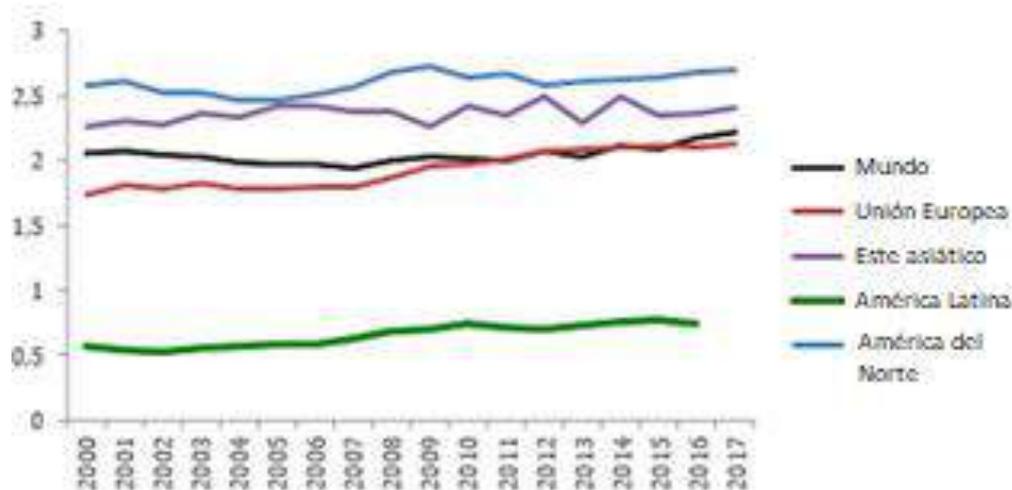


Fuente: Elaborado por el autor, basada en datos de IntelStor

Las participaciones de mercado extremadamente bajas de América Latina en I+D relacionada con energías renovables reflejan una tendencia regional más grande. Como se muestra en la figura 18, la inversión promedio en I+D (como porcentaje del PIB) de la región se encuentra entre las más bajas del mundo (<0,6%), lo que es considerablemente inferior al promedio mundial (>2,0%). Es indiscutible que es necesario implementar más esfuerzos en I+D públicos y mejor orientados, adecuadamente coordinados con el sector privado de la economía, en América Latina.⁶⁷ Asimismo, en casi todo país latinoamericano, más de la mitad de la escasa inversión existente en I+D es financiada con fondos públicos, mientras que esa participación en países europeos y norteamericanos (excluido México) tiende a ser inferior al 35%. En Argentina, Ecuador, Cuba y Costa Rica, la participación de fondos públicos en I+D incluso supera el 70%. Para avanzar al futuro, encontrar formas de incentivar un mayor financiamiento privado complementario para I+D será esencial para aprovechar al máximo las oportunidades económicas y comerciales que generan las transiciones energéticas.

⁶⁷ Perez, C. (2008). A vision for Latin America: A resource-based strategy for technological dynamism and social inclusion. *Globalics Working Paper Series*.

Figura 18. Inversión en I+D por región del mundo (% PIB)



Fuente: Elaborada por el autor basada en datos de los Indicadores del desarrollo mundial

Adición de valor posterior de los recursos renovables: el impulso hacia el hidrógeno renovable

América Latina tiene una oportunidad única para desarrollar una industria de hidrógeno verde competitiva a partir de la electricidad producida con recursos renovables, lo que le daría un papel esencial en la iniciativa mundial de descarbonización. El hidrógeno, un gas industrial que se ha utilizado ampliamente durante más de un siglo, ha sido históricamente producido a partir de combustibles fósiles, mediante la descomposición del agua en sus elementos hidrógeno y oxígeno. Sin embargo, el llamado hidrógeno "verde" puede producirse con energías renovables, para proporcionar una fuente de energía de cero carbono. Aunque aún es una tecnología emergente que conlleva algunos riesgos incertidumbre, el hidrógeno verde se considera cada vez más un elemento decisivo para la transición mundial a energías sostenibles y economías con cero emisiones netas de carbono.

Los países latinoamericanos están bien posicionados para el desarrollo de hidrógeno verde. La creciente demanda mundial de hidrógeno bajo en carbono representa una importante ventana de oportunidad para que los países latinoamericanos exporten hidrógeno bajo en carbono a costos competitivos. En la región, Chile fue el primer país en desvelar una estrategia de desarrollo de hidrógeno (cuadro 3) y ha sido seguido por varios países, tales como Brasil, Colombia y Panamá (los cuales también han desvelado una estrategia de hidrógeno o han enviado su hoja de ruta para el desarrollo de hidrógeno a consulta pública). Varios países latinoamericanos, incluidos Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México, poseen las características necesarias para participar en la producción competitiva de hidrógeno verde a partir de energías renovables. La Agencia Internacional de la Energía identificó más de 800 km (principalmente en el Norte

de Chile, Brasil, Patagonia y el Norte de México) donde los costos de producción de hidrógeno podrían ser inferiores a 1 dólar hacia el 2050, lo que la haría altamente competitiva.

El hidrógeno verde también proporciona una oportunidad para que los países latinoamericanos agreguen valor a la producción local de energías renovables, incrementen la seguridad del suministro, y comercialicen energía de cero carbono con un mayor costo-efectividad, dada la versatilidad del hidrógeno como vector energético. La potencial competitividad de los países latinoamericanos en la producción de energías renovables y la necesidad mundial de vectores de energías limpias da una oportunidad para que la producción nacional de hidrógeno compita con el tamaño del sector de combustibles fósiles del continente, que enfrenta prospectos sombríos (sección 3.1). Si se adoptan medidas oportunas y efectivas, las inversiones, la producción y el uso de hidrógeno verde de América Latina pueden llevar a la creación de ecosistemas económicos y comerciales dinámicos en toda la región.

Algunos países latinoamericanos ya tienen experiencia produciendo hidrógeno a partir de combustibles fósiles. Sin embargo, en el largo plazo, la transición a la producción de hidrógeno a partir de energías renovables será esencial. En el corto plazo, es posible que pueda desarrollarse la infraestructura y la demanda por el llamado hidrógeno azul en la región, al combinar la producción existente de hidrógeno a partir de gas natural (en Argentina, Brasil, Perú y Trinidad y Tobago, oral,) con el almacenamiento, el uso y la captura de carbón.⁶⁸ Sin embargo, este método producción es altamente costoso, y sus requisitos tecnológicos difieren en cierta medida de aquellos necesarios para el hidrógeno verde. Por lo tanto, en el largo plazo continúa siendo importante transicionar a la producción de hidrógeno a partir de energías renovables, ya que las emisiones actuales de hidrógeno producido por fuentes "sucias" en la región actualmente son muy altas, especialmente en Trinidad y Tobago donde las emisiones de la producción de hidrógeno (gris) (que alcanzó 16 Mt CO₂ /año en 2019) representan una de las mayores fuentes de emisión de carbono en el país.⁶⁹ Actualmente, la mayoría de la producción regional de hidrógeno efectivamente se realiza a partir de fuentes sucias (gas natural, 85%). En 2018, la demanda regional de hidrógeno alcanzó cerca de 4GT, el 40% de la cual se debió a la demanda en Trinidad y Tobago, seguida por México, Colombia y Brasil, para la producción de amoníaco, refinado de petróleo, producción de metanol y fabricación de acero.⁷⁰

En un conjunto diverso de oportunidades y usos finales para el hidrógeno verde en los diferentes países de la región.⁷¹ En el caso de Trinidad y Tobago, que ya es un productor mayor de hidrógeno (gris), sus capacidades existentes podrían aprovecharse para la

⁶⁸ AIE 2021, op. cit.

⁶⁹ (ibid.).

⁷⁰ (ibid.).

⁷¹ AIE (2021), *Hydrogen in Latin America*, IEA, Paris

producción de hidrógeno verde. En Brasil, que tiene una capacidad considerable para la producción de biocombustibles, los biocombustibles pueden convertirse en una fuente de energía para la producción de hidrógeno. En los países mineros tales como Brasil, Chile (donde la minería representa un cuarto del consumo nacional de diésel), Ecuador y Perú, la producción y el uso de hidrógeno verde puede ayudar a reducir las emisiones de la minería. En países que ya han descarbonizado su generación eléctrica casi por completo, tales como Costa Rica, Panamá, Paraguay y Uruguay, la producción y el uso de hidrógeno pueden destinarse a la exportación a mercados extranjeros para generar ingresos en divisas extranjeras, así como a ayudar a reemplazar los combustibles fósiles en las actividades de transporte si/cuando la tecnología relacionada con el hidrógeno se vuelva rentable respecto de la importación de combustibles fósiles. Por último, en el caso de Panamá, dada la ubicación estratégica del país para el transporte marítimo internacional, podría convertirse en un centro regional para la distribución y el comercio de hidrógeno.

El hidrógeno verde aún se encuentra en una etapa temprana en la región, y los desafíos para aumentar su producción y uso en diversas aplicaciones persisten, pero se han lanzado varios proyectos piloto y demostrativos exitosos. En el frente tecnológico, Argentina ha sido un pionero regional en la producción de hidrógeno verde. Desde 2008, el proyecto piloto Hychico en la Patagonia ha estado produciendo tanto hidrógeno como oxígeno (vendidos en el mercado de gas industrial) por medio de electrólisis del agua alimentada por una de las primeras granjas eólicas del país.⁷² Otros proyectos piloto de producción de hidrógeno que se realizan actualmente en la región incluyen el proyecto de la empresa Ad Astra Rocket en Costa Rica (establecido en 2011), que se utiliza para dar energía a un bus propulsado por celda de combustible y a cuatro vehículos ligeros con celda de combustible; y el proyecto piloto de microrredes Cerro Pabellón en el desierto de Atacama de Chile, que entró en operaciones en el año 2009.

⁷²Tiene dos electrolizadores con una capacidad total de 120 Nm³/h de hidrógeno y 60 Nm³/h de oxígeno (ver Hychico.com.ar).

Cuadro 3. Estrategia de hidrógeno verde de Chile



Chile ha desplegado considerables esfuerzos para la creación de una industria competitiva de hidrógeno verde para uso local y de exportación. En los últimos 6 años, Chile ha quintuplicado su capacidad de generación a partir de recursos renovables, y su objetivo es alcanzar una participación del 70% en la generación eléctrica por recursos por fuentes renovables hacia el 2030. La generación solar en la zona central de Chile ya es más competitiva que la generación eléctrica por combustibles fósiles.

La calidad y abundancia de los recursos de energía renovable que se encuentran en Chile puede permitir una producción de hidrógeno verde a gran escala competitiva. Las estimaciones incluso sugieren que el hidrógeno verde producido en el desierto de Atacama (banda se encuentra la radiación solar más potente del planeta) y en la región de Magallanes (que tiene un potencial de energía eólica considerable) alcanzarán el costo nivelado de producción más bajo en el planeta hacia 2030.

Chile fue el primer país latinoamericano en dar a conocer una estrategia nacional de hidrógeno, que tiene como objetivo exportar 11.000 millones de dólares hacia el 2035 y 24.000 millones de dólares hacia el 2050.



Fuente: McKinsey & Company

La primera oleada de producción de hidrógeno verde serán consumos domésticos de gran escala con demanda establecida de energía o hidrógeno, de tal manera de reemplazar el amoníaco importado y el hidrógeno gris actualmente utilizado en las refinerías de petróleo. Sin embargo, también está previsto que, en el mediano a largo plazo, el hidrógeno verde producido localmente pueda utilizarse para transporte de carga pesada y de larga distancia de flotas y maquinaria, además de ser exportado a mercados extranjeros. En el largo plazo, la apertura de nuevos mercados de exportación (tales como el uso de hidrógeno verde para descarbonizar los sectores de transporte marítimo y aéreo) permitirá un aumento masivo de la producción.

Se necesita un enfoque con participación de múltiples interesados para que Chile construya capacidades nacionales competitivas en torno al hidrógeno y que estas pasen a formar parte de la estrategia del país con el objetivo de incentivar la creación de enlaces entre la industria y la academia para así identificar y promover las destrezas técnicas que la cadena de valor del hidrógeno verde necesita. La estrategia de hidrógeno de Chile también incluye una hoja de ruta para resolver los desafíos a la implementación local, cuyas soluciones involucran tanto al sector público como al sector privado y considera la participación clave del Instituto de Tecnologías Limpias, una plataforma de innovación con financiamiento público de hasta 193 millones de dólares.

Fuente: Ministerio de Energía de Chile, *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde*.⁷³

Contar con políticas más firmes y un enfoque regional será clave para el éxito del sector de hidrógeno verde de América Latina. Aún queda mucho por hacer para satisfacer las ambiciones de América Latina en el sector del hidrógeno y existen varias barreras para el desarrollo y aumento de su producción. Éstas incluyen una información asimétrica, la falta de coordinación entre los lados del suministro y la demanda, los riesgos tecnológicos

⁷³ Ministry of Energy of Chile, *National Green Hydrogen Strategy*. Accessible at: https://energia.gob.cl/sites/default/files/national_green_hydrogen_strategy_-_chile.pdf

y financieros, así como la brecha de costos al comparar con las soluciones basadas en combustibles fósiles.⁷⁴ Por lo tanto, introducir este nuevo tipo de tecnología a los sistemas energéticos del país hará necesario que se consideren en los procesos de elaboración de políticas a nivel nacional y también a nivel regional. De hecho, el desarrollo y el éxito a largo plazo de la industria del hidrógeno verde en la región depende de la cooperación regional e internacional para implementar sistemas de certificación reconocidos a nivel regional con el fin de potenciar la producción y la demanda de hidrógeno bajo en carbono; como también explotar las sinergias y economías de escala para crear cadenas de suministro regionales y asegurar que haya aumentos de productividad.⁷⁵

La aplicación de un enfoque regional en torno al hidrógeno verde, con la participación de reguladores, empresas e instituciones de investigación es clave para que sea posible para América Latina expandir y coordinar el suministro y la demanda regional de esta tecnología y lograr economías de escala. Un enfoque regional de este tipo puede inspirarse en las medidas que ya han sido adoptadas en diferentes regiones del mundo; por ejemplo, en el Noroccidente de Europa, donde varios países crearon un foro para discutir el desarrollo de un mercado energético regional.⁷⁶

Adición de valor posterior de los recursos renovables: Oportunidades de ofrecer servicios de bajas emisiones de carbono

El crecimiento de la economía de bajas emisiones de carbono del mundo generará una gran cantidad de oportunidades de mercado para el desarrollo de industrias y servicios bajos en carbono o descarbonizados. A medida que los países asuman el compromiso de descarbonizar sus sistemas productivos y de consumo, se incrementará la demanda y la prima de mercado de aquellos bienes y servicios que tengan una huella material y de carbono más baja. Se estima que en 2030 el mercado de bienes de bajas emisiones de carbono tendrá un valor superior a 1 billón de dólares; es decir, de 7 a 12 veces mayor al valor actual.⁷⁷ Los países que adopten medidas tempranas para adquirir competitividad en el área de suministro de bienes de bajas emisiones de carbono estarán bien posicionados para obtener la mayor participación de mercado, razón por la cual los países latinoamericanos necesitan actuar ahora.

En ese sentido, los países latinoamericanos tienen la oportunidad de aprovechar su potencial en torno a las energías renovables y el hidrógeno verde para ser los primeros proveedores de una variedad de bienes y servicios de bajas emisiones de carbono, entre los que se incluyen la fabricación, la minería y los servicios tecnológicos bajos en carbono. La fabricación con bajas emisiones de carbono puede describirse como el

⁷⁴ AIE 2021, op. Cit.

⁷⁵ Ibid.

⁷⁶ Ibid.

⁷⁷ Vieira, H. (2017). Low-carbon services can enhance the UK's economic prospects. 28 de agosto. *Blogs del LSE*

proceso de fabricación que reduce la intensidad de emisiones de carbono y utiliza la energía y los recursos de manera eficiente.

En un mundo que se encuentra en proceso de descarbonización, tiene sentido que las actividades de elevado consumo de energía se lleven a cabo cerca de localizaciones específicas que tienen abundancia de energías renovables.⁷⁸ Históricamente, dada la facilidad del transporte de combustibles fósiles, las industrias de elevado consumo de energía, como la siderúrgica, han estado dominadas por países de escasos recursos energéticos, como Japón y Corea del Sur. Sin embargo, las fuentes de energía limpia (aparte de la energía nuclear) tienen una distribución desigual y un elevado costo de transporte (incluso a través de la producción de hidrógeno verde, el cual es un proceso de gran consumo energético).⁷⁹ En ese sentido, los primeros países que logren desarrollar un ecosistema idóneo para la industrialización verde saldrán adelante, lo que puede ser una buena noticia para los países de América Latina que pueden proveer fuentes de energía renovable a un costo competitivo.

Más allá de la fabricación, la energía renovable brinda la oportunidad de descarbonizar algunos procesos mineros. Reducir la huella de carbono de las industrias extractivas es una prioridad esencial, dada la presión creciente que enfrentan los productores mineros latinoamericanos para que adopten métodos de extracción con menos emisiones de carbono (como se destaca en la sección 2).

Una serie de servicios tecnológicos, tales como los servicios de nube de datos o incluso las granjas de criptomonedas, también están enfrentando desafíos debido a sus emisiones de carbono, lo que podría ofrecer oportunidades de mercado interesantes para América Latina. Por ejemplo, en 2015 Google abrió un centro de datos en Santiago (Chile) con energía proveniente de un campo de energía solar ubicado en el desierto de Atacama. Google contrató hasta 80 MW de energía solar de Acciona Energy para asegurarse de contar con energía suficiente para el funcionamiento su centro de datos.⁸⁰ Si se mira al futuro, la entrega de energía asequible, estable y limpia puede convertirse en un activo — y una necesidad— clave para continuar captando inversiones extranjeras en servicios tecnológicos de gran consumo de energía. Ampliar el potencial utilizable de las energías renovables será necesario para asegurar que las nuevas inversiones en actividades de gran consumo energético no redirijan la energía limpia disponible de actividades que necesitarían recurrir nuevamente a fuentes de energía sucias para satisfacer sus necesidades energéticas.

⁷⁸ Hausmann, R. (2021). 'Green Growth at the End of the Flat World'. *Project Syndicate*. 9 de diciembre.

⁷⁹ Ibid.

⁸⁰ Bebon, J. (2017) Google Powers Chilean Operations With 100% Solar. 20 de enero. *Solar Industry*.

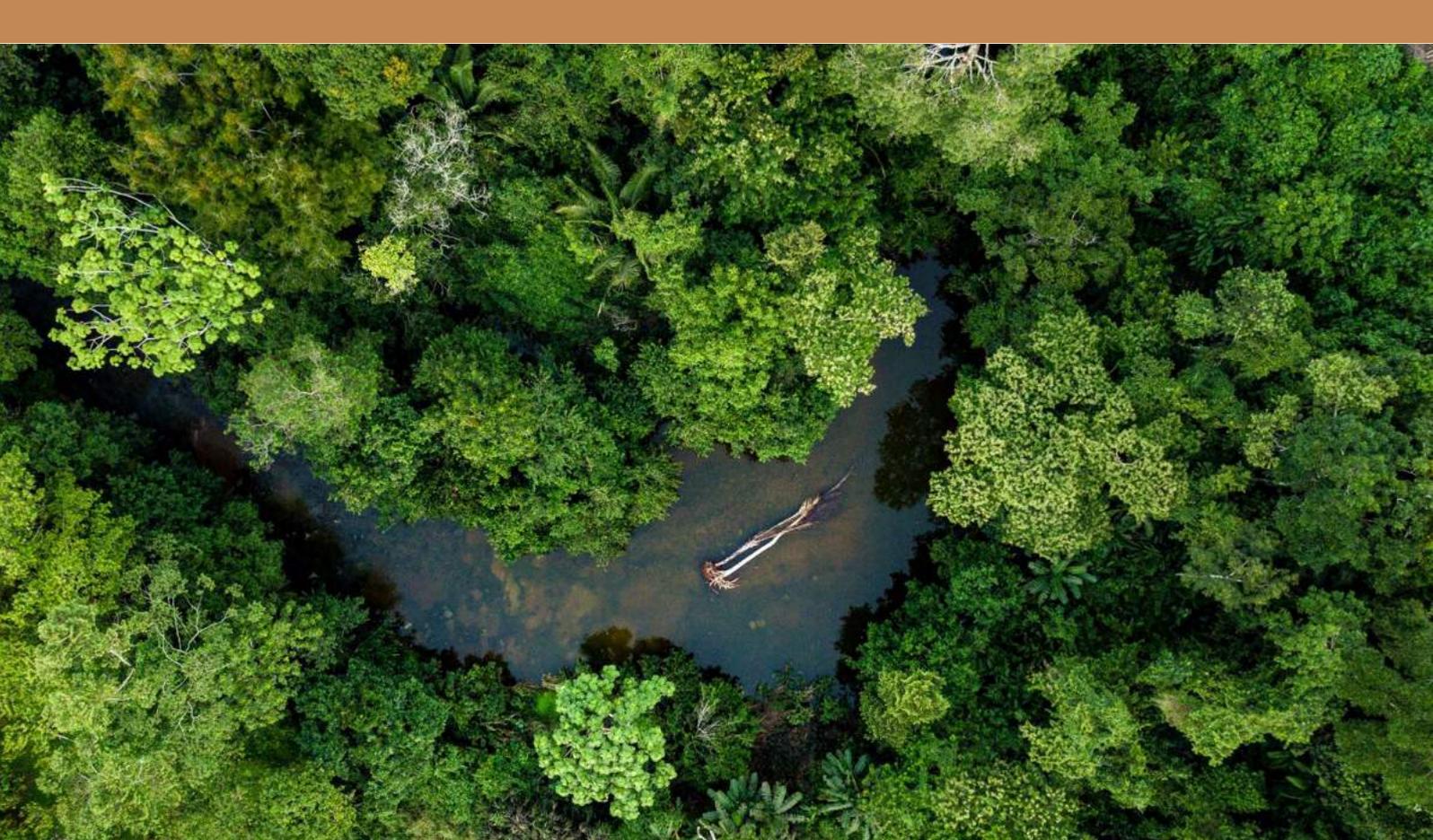


Foto aérea de un río en la selva del Amazonas en Perú. / qualtaghvisuals (Shutterstock)

La biodiversidad en el contexto comercial

Visión general del papel central de la biodiversidad en América Latina

América Latina se caracteriza por la singularidad de su geografía física y de su ecosistema natural, cuya conservación es de vital importancia para el desarrollo sostenible. La región incluye a siete de los trece países con mayor biodiversidad en el mundo; específicamente Brasil, Colombia, México, Perú, Ecuador, Bolivia y Venezuela.⁸¹La interacción entre la biodiversidad y la actividad económica de la región es un relato de importancia vital en América Latina.⁸²Durante muchos años, esta interacción se inclinó a favor de la extracción y el uso de recursos. Sin embargo, la creciente preocupación mundial por el desarrollo sostenible y la sostenibilidad ecológica hace cada vez más necesario analizar la interrelación existente entre la dependencia continua de la actividad económica extractiva tradicional y el deseo de preservar el tesoro natural único de la región.⁸³En este contexto, vale la pena explorar el papel de los servicios derivados de la biodiversidad como proveedores de alternativas económicas

⁸¹ Lebdioui A (2022) Learning from nature to reconcile economic upgrading with biodiversity conservation? Biomimicry as an innovation policy. Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper 402/Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper 37

⁸² Purkey D. (2021) 'Biodiversity', in LatAm Outlook 2021. Londres: Canning House.

⁸³ Ibid.

sostenibles que reduzcan la deforestación y las actividades extractivas dañinas para el medio ambiente en la región.

Dada la gran biodiversidad endémica y los ecosistemas naturales únicos de América Latina, la implementación de servicios de innovación y comerciales derivados de la biodiversidad puede transformar y fortalecer el desarrollo económico y la actividad comercial en la región. Los enfoques para la conservación tradicionales y los debates en torno a las políticas sobre protección de la biodiversidad han tendido a ser limitados con respecto a cómo la biodiversidad única de la región podría utilizarse como instrumento para el desarrollo sostenible. La biodiversidad de la región influye en sus oportunidades comerciales de diversas maneras, no solo en el sector de ecoturismo, sino también en los de bioinnovación y mercados de carbono, lo que explica la creciente atención que se está dedicando al potencial desarrollo de estrategias de bioeconomía en América Latina. Bioeconomía puede definirse como "la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluyendo los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados con dichos recursos, para proporcionar información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible".⁸⁴ Un pilar clave para el desarrollo de una bioeconomía en América Latina radica en el fomento de procesos de innovación que sean un aporte para la diversificación de economías y que generen nuevas cadenas de valor.⁸⁵

Pese a su considerable potencial, a la fecha el sector de innovación derivada de la biodiversidad se ha mantenido en etapas iniciales a lo largo de América Latina. Algunos países han realizado esfuerzos loables por capitalizar el valor que tiene este tipo de innovación, por medio de la bioprospección. Como se ha planteado en mayor profundidad en esta sección, la iniciativa más conocida tuvo lugar en la década de los 90 en Costa Rica, con la creación del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), que funcionaba bajo la premisa de que un país podrá conservar la mayoría de su biodiversidad silvestre si esta diversidad genera suficientes beneficios económicos e intelectuales para compensar su costo de mantenimiento (Mateo et al. 2001). Sin embargo, la región cuenta con solo unas pocas políticas Gubernamentales, y hasta ahora las iniciativas emprendedoras han sido mínimas en comparación con el potencial previsto para ella.

Mercados de carbono y compensación por los servicios de los ecosistemas

Hoy en día, los países latinoamericanos están proporcionando una amplia variedad de servicios ecosistémicos (tales como almacenamiento de carbono, protección de

⁸⁴ International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit 2018. (2018). Communiqué, Global Bioeconomy Summit 2018, Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing. 20 de abril de 2018, Berlín, Alemania.

⁸⁵ (Rodríguez et al. 2019).

cuencas, conservación de la fauna) que benefician al mundo entero, que debería pagar por ello. La biodiversidad y los ecosistemas naturales son unos de los activos más valiosos de la región, y se están elaborando políticas para que se pague la comercialización de los servicios en torno a ellos con el fin de protegerlos. Por ejemplo, el Programa de Pagos por Servicios Ambientales es un mecanismo financiero promedio mediante el cual los propietarios de tierras reciben un pago directo por los servicios ecológicos que producen sus tierras cuando adoptan usos de suelo y técnicas de gestión forestal respetuosas con el medioambiente (Malavasi and Kellenberg 2002).

El pago de los servicios ecosistémicos también brinda una oportunidad valiosa en el contexto de desarrollo local posconflicto en áreas biodiversas, como en el caso de Colombia. Colombia alberga el 10% de la biodiversidad del planeta y es uno de los países más biodiversos del mundo.⁸⁶ Sin embargo, en décadas recientes el acceso a las áreas de alta biodiversidad del país hasta restringido, debido a la presencia de un conflicto civil. Con el retorno de la paz, al igual que en otros países que están en una etapa posconflicto, la inversión pública se ha centrado en seguridad y en la recuperación económica, lo que aumentó la presión de obtener capital a partir de recursos naturales y la deforestación.⁸⁷ El desafío para el Gobierno es manejar el retorno de millones de personas que se vieron desplazadas al entorno rural y proporcionar un medio de subsistencia sostenible que potencie la riqueza natural, como alternativa a las prácticas extractivas que tal vez sean eficaces para alimentar a las familias en el corto plazo, pero que podrían comprometer la riqueza intergeneracional y los futuros prospectos de desarrollo.⁸⁸ Considerando esa perspectiva, la Estrategia de Crecimiento Verde de Colombia (ver el cuadro 5) tiene por objeto fomentar el uso eficiente del capital natural, incluida el agua, los recursos de suelos y la energía, como también crear nuevas oportunidades económicas al potenciar la economía local. En este marco, el Gobierno colombiano ha sugerido una propuesta de pagos por servicios ambientales (PSA) como modo sostenible para la promoción de alternativas económicas (especialmente de proyectos productivos que potencien la biodiversidad) a las poblaciones que resultaron afectadas por el conflicto armado. Las evaluaciones muestran que cuando se contabiliza el valor de la biodiversidad, los PSA propuestos se convierten en proposiciones de inversión sólidas con un valor actual neto de 4400 millones de dólares.⁸⁹ Este tipo de beneficios se diferencian a nivel regional, lo que ayuda a informar qué deben abordar las políticas a nivel de sitios geográficos para obtener los mejores resultados económicos, ambientales y sociales.⁹⁰

⁸⁶ Moreno, L.A., Andrade, G.I., Gómez, M.F., (2019). Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C

⁸⁷ Bustos, C., Jaramillo, M. (2016). La paz en Colombia: una oportunidad clave para un desarrollo sostenible. *Ojo Al Clima*. Sep 17; McNeish, J. - A., 2017. Extracting justice? Colombia's commitment to mining and energy as a foundation for peace. *The International Journal of Human Rights* 21, 500 –516.

⁸⁸ Banerjee et al., op. cit.

⁸⁹ Ibid.

⁹⁰ Ibid.

Sin embargo, es importante destacar que los mecanismos para comercializar el valor de los servicios ecosistémicos ofrecidos por las comunidades locales a menudo han estado restringidos a las fronteras nacionales, y las comunidades locales con frecuencia luchan por recibir un pago de la comunidad internacional por este servicio "comercializable". Por ejemplo, la Iniciativa Yasuní-ITT del Gobierno de Ecuador abordó directamente el tema de los servicios ecosistémicos internacionales al dejar petróleo bajo tierra en el Parque Nacional Yasuní, uno de los epicentros más diversos del mundo. La propuesta inicial del Gobierno era mantener por lo menos mil millones de barriles de petróleo bajo tierra si la comunidad internacional aportaba por lo menos el 50% del costo de oportunidad de la explotación de este recurso.⁹¹ El apoyo inicial recibido de instituciones internacionales, Gobiernos europeos y ONG de todo el mundo no se tradujo en acciones concretas y la crisis financiera de 2008-2009 también agregó presión a las fuentes de financiamiento internacionales de Ecuador, lo que llevó al presidente Correa a aplicar su plan de respaldo de llevar a cabo la explotación de petróleo si no se recibían aportes⁹². Sin embargo, a pesar de su fracaso, pueden aprenderse varias lecciones para el futuro éxito de programas similares, especialmente lecciones sobre la necesidad de que exista una coordinación internacional y marcos legales más claros para proporcionar compensaciones destinadas a la protección de la biodiversidad que beneficia al mundo entero. Aunque muchos servicios ecosistémicos no son negociados ni valorados fácilmente por el mercado, siguen siendo económicamente valiosos, y hay un nivel creciente de investigación y discusión de políticas que buscan determinar el valor (tanto de mercado como fuera de este) derivado del⁹³ manejo y de la protección de los ecosistemas (por ejemplo, consultar los programas RED+).⁹⁴

Más específicamente, se presta especial atención a los mercados de carbono y el precio del carbono como un camino a seguir interesante para la generación de valor comercial de la protección de la biodiversidad. Poner un precio a la contaminación puede ser una fuente importante de ingresos gubernamentales: en 2019, los Gobiernos recaudaron 45.000 millones de dólares a nivel mundial de esta manera.⁹⁵ Las iniciativas nacionales de tarificación del carbono han resultado fortalecidas, dado que las jurisdicciones mundiales están adoptando objetivos de mitigación más ambiciosos e introduciendo herramientas normativas relacionadas.⁹⁶ Esos países incluyen a México, Chile y Colombia, que han comenzado a utilizar — o están considerando utilizar— sistemas de tarificación y comercio de derechos de emisión del carbono como parte de una estrategia más amplia para descarbonizar sus economías. Por ejemplo, la fase piloto del mercado nacional del carbono de México inició en 2020, y representó el primer sistema de

⁹¹ Larrea, C., and L. Warnars (2009). 'Ecuador's Yasuni-ITT Initiative: Avoiding Emissions by Keeping Petroleum Underground'. *Energy for Sustainable Development*, 13(3): 219-23

⁹² *Ibid.*

⁹⁴ [Siikamäki et al. 2015](#)

⁹⁵ Banco Mundial 2020 *State and Trends of Carbon Pricing*. Banco Mundial, Washington, DC.

⁹⁶ *Ibid.*

comercio de derechos de emisión (CDE) en América Latina.⁹⁷ Los sistemas de comercio de derechos de emisión son instrumentos que crean incentivos para reducir las emisiones, en los que el Gobierno fija un tope de emisiones permitidas en uno o más sectores, y que autoriza a las entidades cubiertas a comercializar sus permisos (AIE, 2020).⁹⁸

Sin embargo, más allá de las metas nacionales de descarbonización, es necesario que los sistemas de comercio de derechos de emisión de carbono traspasen las fronteras nacionales y continentales para que los mercados de carbono puedan emplearse como instrumentos de negociación. Ha habido un aumento de la cooperación entre distintas jurisdicciones para alinear sus mercados de carbono (tales como la Unión Europea y Suiza). Se necesita una cooperación similar al interior y más allá de América Latina, para aprovechar los mercados de carbono como fuente de ingresos en divisas extranjeras y para recibir un pago de parte de los socios de negocio internacionales por los servicios ecosistémicos prestados, en lugar de solamente de parte de actores locales.

Dependencia del ecoturismo: beneficios y limitaciones

El atractivo del ecoturismo radica en su potencial de proporcionar beneficios económicos locales, a la vez que conserva la integridad de los recursos ecológicos por medio de su uso no consumitivo y de bajo impacto de recursos.⁹⁹ El ecoturismo, que apunta a reducir la huella ambiental de las actividades de turismo, se define como la promoción del viaje responsable a zonas naturales, y la conservación del medio ambiente, a la vez que mejora el bienestar de las personas locales (TIES, 2015). El comercio de servicios ecoturísticos se considera un modo prometedor de apoyar el desafío doble conformado por la sostenibilidad y la diversificación económica.¹⁰⁰ Tanto Costa Rica como Ecuador (específicamente en las islas Galápagos) son unos de los principales destinos ecoturísticos del mundo (ver la figura 19). Ha adquirido cada vez más popularidad en toda América Latina para la promoción del crecimiento respetuoso con el medio ambiente.

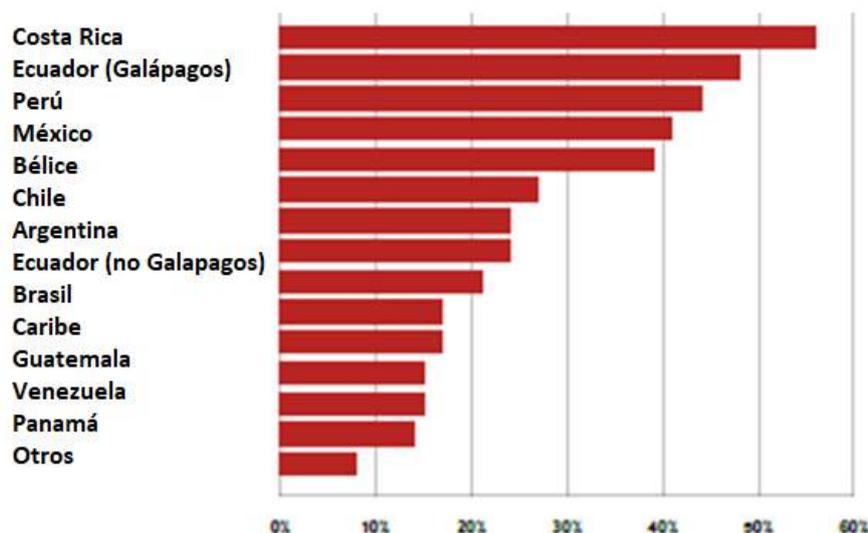
⁹⁷El programa piloto de CDE operará durante tres años para dar a los participantes tiempo necesario para familiarizarse con el mercado del carbono, permitir que los reguladores prueben su diseño general, y transmitir un precio inicial del carbono a la economía (Santikarn et al. 2020)

⁹⁸ IEA (2020), *Implementing Effective Emissions Trading Systems*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/implementing-effective-emissions-trading-systems>

⁹⁹ Stem, C. J., Lassoie, J. P., Lee, D. R., y Deshler, D. J. (2003). How eco is ecotourism? A comparative case study of ecotourism in Costa Rica. *Journal of sustainable tourism*, 11(4), 322-347.

¹⁰⁰ Hübler, M. (2019). How trade in ecotourism services can save nature: a policy scenario analysis. *Development Southern Africa*, 36(1), 127-143.

Figura 19. Porcentaje de operadores de ecoturismo en los EEUU que ofrecen productos por país



Source: Purkey D. (2021) 'Biodiversity', en LatAm Outlook 2021. London: Canning House.

El ecoturismo genera unos 3,5 millones de empleos en América Latina y el Caribe, mientras que el turismo general generaba unos 19 millones de empleos en 2018, o el 8% del total de empleos.¹⁰¹El turismo ecológico puede acelerar la mitigación de la pobreza,



Personas explorando un área de naturaleza silvestre en un bote a remo. Concepto de ecoturismo. Parque Nacional Tortuguero. Costa Rica. / Marco Lissoni (Shutterstock)

¹⁰¹ Saget et al. op cit.; WTTC, 2019b

especialmente en zonas remotas donde la creación de fuentes de empleo alternativas es escasa mientras diversos sectores económicos reciben divisas extranjeras.¹⁰²

Sin embargo, la dependencia excesiva en el ecoturismo a menudo ha generado riesgos importantes para el desarrollo y el medio ambiente.¹⁰³El ecoturismo no puede considerarse un uso benigno no consuntivo de los recursos naturales en las diversas, porque la escala del turismo incide en sus efectos negativos; por lo tanto, los pueblos donde el ecoturismo domina la economía local pueden volverse económicamente vulnerables¹⁰⁴Debido a esto, es esencial identificar modos alternativos de capturar el valor económico de la conservación de la biodiversidad como complemento —y, a veces, como suplemento— del ecoturismo. También es probable que las actividades de turismo ecológico sean las más afectadas por el cambio climático.En Costa Rica, donde el ecoturismo se ha convertido en una estrategia atractiva para alinear la conservación con el desarrollo, las evaluaciones de su impacto en el país han sido mixtas. El desarrollo del ecoturismo Costa Rica fue producto de la Ley de Biodiversidad (No. 7788, 1998) y de programas complementarios de capacitación en emprendimiento (incluidos programas de creación de negocios centrados en la responsabilidad ambiental y social) adaptados a la necesidad de cada comunidad. Por una parte, algunas evaluaciones revelan que la industria del turismo en Costa Rica (y en la península Osa en particular) tiende a contratar a más personas locales que otros sectores de la región, y que ofrece trabajos con salarios más altos incluso para personas jóvenes y mujeres con hijos (gracias a un horario laboral más flexible).¹⁰⁵Por otra parte, también se han planteado algunos impactos negativos de la industria del turismo en Costa Rica, las que incluyen la generación de residuos sólidos, contaminación del aire, destrucción del hábitat, y malestar sociocultural.¹⁰⁶Los riesgos asociados a la dependencia del ecoturismo también han sido bien demostrados por la experiencia de las emblemáticas islas Galápagos, que se han vuelto excesivamente dependientes del turismo como fuente de financiamiento para la protección de la biodiversidad.

¹⁰² IDB, 2017

¹⁰³ Purkey, op. cit.

¹⁰⁴ Jacobson y Lopez, 1994),

¹⁰⁵ Hunt et al., 2015

¹⁰⁶ (por ejemplo, ver Jacobson y Lopez, 1994; Stern et al. 2003; Koens et al. 2009).

Figura 20. Consecuencias de la dependencia excesiva en el turismo en las Galápagos



San Cristobal, Galapagos Islands. Credit: Amir Lebdioui

Daño medioambiental

En 2007, debido al desarrollo descontrolado del turismo, las islas Galápagos llegaron a ser incluidas en la Lista de Patrimonio Mundial en Peligro de la Unesco.

Servicios de valor agregado y empleos cualificados limitados

Es altamente improbable que el ecoturismo pueda generar suficientes empleos cualificados y difusión de conocimientos para ser un motor de crecimiento y, por lo tanto, convertirse en una alternativa suficientemente atractiva a la explotación de la biodiversidad o las actividades de extracción.

Volatilidad de los ingresos

Los ingresos del turismo altamente vulnerables a las conmociones externas, como demostró la crisis del COVID. El número de turistas que visitó las islas cayó un 75% entre 2019 y 2020. Si bien la naturaleza resultó aliviada en cierta medida, la caída de los ingresos puso en riesgo los medios de subsistencia locales, así como el presupuesto público para la conservación de los ecosistemas naturales locales.

Asimismo, el ecoturismo es más eficaz como instrumento de conservación y desarrollo cuando forma parte de un proceso más amplio de desarrollo de capacidades y de una estrategia nacional. Costa Rica ha adoptado importantes medidas en esa dirección. Por ejemplo, su Ley Forestal (promulgada en 1996) reconoce cuatro servicios medioambientales proporcionados por los ecosistemas forestales: (i) mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero; (ii) servicios hídricos, los que incluyen la provisión de agua para consumo humano, irrigación y producción energética; (iii) conservación de la biodiversidad; y (iv) la entrega de belleza escénica para la recreación

y el ecoturismo. Efectivamente, el ecoturismo en Costa Rica ha formado parte de un enfoque nacional para aprovechar el valor económico de la naturaleza, e históricamente el Gobierno también ha exhibido una gran ambición en sus esfuerzos por aprovechar el valor de la biodiversidad como fuente de innovación (aunque casi completamente restringido a la bioprospección), como se plantea en la próxima sección.

Innovación basada en la biodiversidad

Los intentos de aprovechar el valor de la biodiversidad como fuente de innovación han tenido tanto éxitos como fracasos en América Latina. El potencial desarrollo de actividades de innovación basadas en la biodiversidad en América Latina es considerable debido a que:

- la región tiene acceso a gran parte de la biodiversidad endémica mundial; es decir, biodiversidad que no se encuentra en otros lugares;
- el transporte de recursos genéticos está a menudo restringido por los marcos legales anclados en el Protocolo de Nagoya sobre el acceso y la distribución de los beneficios (ABS);
- Y a que cuenta con la capacidad nacional de investigación de frontera en materias relacionadas, tales como el descubrimiento y la ubicación en el mapa de nuevas especies, que a menudo involucraba alianzas entre equipos de investigación nacionales y extranjeros.¹⁰⁷

Algunos países han abordado esta agenda en mayor medida que otros. De hecho, la biodiversidad natural de la región latinoamericana ha inspirado diversos inventos e innovaciones interesantes en su espacio, y es muy prometedora en materia de potenciales y futuras innovaciones. Sin embargo, pese a que estos países tienen un potencial considerable para realizar innovaciones tecnológicas pasadas naturaleza, la persistencia de los obstáculos institucionales y de mercado continúa siendo un desafío importante que es necesario abordar.

Los Gobiernos de Costa Rica, México, Colombia y Chile han adoptado medidas importantes en apoyo a la investigación de innovación basada en la biodiversidad y a actividades a nivel empresarial, mientras que otros países de la región casi no cuentan con políticas de apoyo. Brasil, pese a ser el país más bio diverso del mundo, ha quedado especialmente rezagado en la creación de un ecosistema de innovación inspirado por la naturaleza. Esto puede explicarse, al menos en parte, por la disminución de la actividad económica en los últimos años, que provocó que muchas organizaciones redujeran sus capacidades de I+D, como también a la falta de inversión gubernamental en programas

¹⁰⁷La necesidad de contar con empresas e investigadores extranjeros que colaboren con los investigadores locales se debe principalmente a las restricciones de acceso al material genético local y a los permisos exigidos por el Ministerio de Ambiente y Energía, además del hecho de que los equipos locales suelen tener un mejor conocimiento del ecosistema natural local.

de biomimética.¹⁰⁸ La innovación basada en la biodiversidad también es un área de gran potencial para Chile, dada la diversidad de su ecosistema y cantidad de especies endémicas. Por ejemplo, más del 62% de las especies marinas chilenas son endémicas del país y no se encuentran en ningún otro lugar.¹⁰⁹ Sin embargo, la concretización de una estrategia de biodiversidad sigue estando en una fase muy temprana.

Costa Rica ha formulado muchas más iniciativas políticas dirigidas a capturar el valor económico de la biodiversidad, incluidos esfuerzos para capturar específicamente el valor de la innovación derivado de su potencial biomimética. En el contexto de la recuperación de la crisis del COVID-19, se lanzaron varias iniciativas clave para promover la bioinnovación, tales como la Estrategia Nacional de Bioeconomía, lanzada en 2020 para promocionar una economía basada en los conocimientos verdes; y el centro de biomateriales financiado por el laboratorio del BID y dirigido por la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE) para promocionar la I+D en torno a la biodiversidad y la sostenibilidad para empresas nacionales que carecen de la capacidad de realizar I+D. Estos esfuerzos se mantienen centrados en utilizar los activos naturales como fuente de material genético en lugar de ser una fuente de inspiración para la innovación. Mientras, no se ha identificado ninguna iniciativa de biomimética en el país, más allá de cuatro proyectos de investigación de nivel universitario que actualmente se llevan a cabo en la Universidad de Costa Rica, LANOTECH, Veritas y la Universidad Nacional.¹¹⁰ A la fecha ninguna de estos proyectos se ha transformado en un negocio.

Incluso en las islas Galápagos, debido a las desventajas de la dependencia excesiva en el ecoturismo, el Gobierno local también está intentando desarrollar actividades de investigación e innovación para reemplazar al turismo como fuente principal de los medios de subsistencia locales y obtener financiamiento para la protección de la biodiversidad (Norman Wray, gobernador de las islas Galápagos, entrevista personal, abril de 2021). Si bien el 85% de la actividad económica de las Galápagos dependía directa o indirectamente del turismo antes de la pandemia, "se ha vuelto esencial reanudar la actividad económica de un modo productivo, inclusivo, resiliente y respetuoso con el medio ambiente" (Luis Felipe López-Calva, director del PNUD para América Latina, citado en la ONU 2020). Dado que las islas Galápagos tienen la segunda reserva marina más grande del mundo, a menudo se las llama "el laboratorio vivo de biodiversidad más grande del mundo", y son el lugar que inspiró la teoría de la evolución de Charles Darwin, lo que demuestra el valor que poseen sus ecosistemas locales como fuente de información. Sin embargo, a la fecha la mayor parte de este potencial sigue estando insatisfecha, dadas las limitaciones de la capacidad local para realizar I+D

¹⁰⁸ Voce A/S (2019)

¹⁰⁹ Conicyt (2016).

¹¹⁰ Los investigadores que lideran estos proyectos están estudiando las propiedades de enfriamiento de los escarabajos longicornios; las propiedades adhesivas del hidrogel que secreta una de las especies de gusanos; y las propiedades antibacterianas de la cáscara de la piña (comunicaciones personales con los investigadores principales; octubre/noviembre de 2021).

destinada a llevar a cabo actividades de biomimética, tales como la ausencia de universidades locales especializadas. A raíz de esto, las poblaciones locales han estado luchando para adquirir las capacidades necesarias que permitan desarrollar un ecosistema de innovación local basado en la naturaleza.¹¹¹ Como primer paso hacia un nuevo modelo de desarrollo basado en la innovación, en mayo de 2021 la ley ecuatoriana creó un centro de innovación. Este centro de innovación representa la primera política pública que busca fomentar las actividades de innovación en las Galápagos. Aunque aún no está claro cómo incidirá esta iniciativa en los esfuerzos de conservación a largo plazo, representa un prometedor paso hacia delante, ya que identifica las sinergias entre la biodiversidad y la innovación, además de su orientación como potencial fuente alternativa de financiamiento para la conservación. Sin embargo, el resto de Ecuador prácticamente no cuenta con apoyo de políticas públicas dirigidas a la innovación basada en la naturaleza. Producto de ello, la mayoría de las actividades de bioinnovación que se realizan en el país parecen ser un derivaje universitario que todavía no logra subir de nivel, debido a que no se dispone de financiamiento y al costo elevado de las operaciones de laboratorio.¹¹²

Las entrevistas realizadas entre enero y noviembre de 2021 a distintas partes interesadas tanto en Costa Rica como en Ecuador arrojaron luces sobre los diversos cuellos de botella que retrasan el desarrollo de las actividades de bioinnovación y su comercialización, los que incluyen:

- bioprospección limitada, así como el valor derivado de ella a la fecha
- ausencia de una masa crítica de capital humano especializado, debido a la falta de capacitación universitaria interdisciplinaria en torno a la bioinnovación
- apoyo financiero inadecuado
- obstáculos administrativos y las dificultades para obtener los permisos necesarios para realizar investigaciones que empleen la biodiversidad nacional.

Abordar estas fallas de coordinación que están obstaculizando el crecimiento de las actividades de bioinnovación requiere el uso estratégico de intervenciones normativas. Por ejemplo, la disponibilidad de financiamiento, la facilitación del acceso necesario para el estudio de la biodiversidad y el fomento de programas de educación integrales e interdisciplinarios en torno a los procesos de bioinnovación serán cruciales para lograr un desarrollo exitoso de los ecosistemas de innovación locales basados en la naturaleza. El efecto de estos hallazgos sobre las políticas se discute en la siguiente sección.

¹¹¹La baja conectividad a Internet también constituye un obstáculo para el desarrollo de actividades de innovación en las islas, y se espera que el plan de instalar cables de fibra óptica en 2022 incremente su conectividad.

¹¹²Por ejemplo, Anuka es una empresa que aprovecha las capacidades de las microalgas volcánicas endémicas de Ecuador, que ofrecen mayor asistencia a las bacterias y hongos que la mayoría de las microalgas que se encuentran en el resto del mundo, con el fin de adaptarlas con el fin de reducir la presencia de CO₂ en el ambiente. Posteriormente, Anuka se ha desarrollado como empresa de base tecnológica universitaria, pero su crecimiento y desarrollo de la fase comercial se vieron limitados por la falta de disponibilidad de financiamiento no reembolsable a nivel nacional, como también por el alto costo que implica operar un laboratorio en el Ecuador.

El camino a seguir: Políticas recomendadas

Desarrollo de capacidades a nivel nacional

Políticas industriales verdes

Las políticas industriales con visión de futuro serán clave para ayudar a aprovechar las oportunidades comerciales que surjan de la agenda mundial de descarbonización. La transición verde abre la posibilidad de diversificar las economías, aumentar la industrialización y dejar atrás la trampa de la dependencia de materias primas, al fomentar las llamadas “industrias sin chimeneas”.¹¹³ En ese contexto, las políticas industriales verdes son cada vez más reconocidas como cruciales para impulsar la transformación estructural hacia un sistema económico más sostenible y ecológico cuando se enfocan en tecnologías de transición energética, especialmente de cara a las inversiones importantes y a largo plazo necesarias para estas actividades.¹¹⁴ Políticas de estas características van más allá de la simple adopción de tecnologías de bajas emisiones de carbono, ya que también implican el fomento de actividades de alto valor agregado que forman parte de las cadenas de valor de dichas tecnologías. Desde esta perspectiva, algunas de las áreas estratégicas en las que la política industrial de la región podría centrarse para seguir avanzando son: cadenas de suministro de minerales esenciales; energía limpia e hidrógeno verde; métodos de extracción bajos en carbono y aprovechamiento eficaz de recursos; servicios de alto valor agregado en torno a sectores tecnológicos bajos en carbono; innovación basada en la biodiversidad.

A lo largo de los dos últimos años, varios países latinoamericanos ya han adoptado medidas importantes para la implementación de políticas industriales verdes (ver los cuadros 4, 5, 6). Por ejemplo, el Gobierno de Costa Rica lanzó recientemente una “estrategia bioeconómica” que busca abordar el desafío del COVID-19 mediante el fomento de una economía basada en los conocimientos verdes; el Gobierno de Argentina anunció su Plan de Desarrollo Productivo Verde destinado a uniformar la producción nacional con la agenda climática mundial; el Gobierno de Uruguay lanzó su Proyecto de Transición hacia una Economía Verde Inclusiva; y, a su vez, el Gobierno de Colombia puso en marcha la Política de Crecimiento Verde en el 2018.

Las políticas industriales tienen como objetivo promover la transformación estructural de una economía y son necesarias para mejorar los incrementos de productividad y la rentabilidad de la inversión en las actividades del sector privado. Cabe señalar que las políticas industriales y las soluciones en materia de energías renovables deben adaptarse a las condiciones

¹¹³ Newfarmer, R., Page, J., y Tarp, F. (2019). *Industries without smokestacks: Industrialization in Africa reconsidered* (p. 480). Oxford University Press.

¹¹⁴ Anzolin, G., y Lebdioui, A. (2021). Three dimensions of green industrial policy in the context of climate change and sustainable development. *The European Journal of Development Research*, 33(2), 371-405.; Hallegatte, S., M. Fay, y A. Vogt-Schilb (2013), “Green Industrial Policy: When and How”, *documento de trabajo del Banco Mundial sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo N.º 6677*. Washington, DC: World Bank.; Lütkenhorst, W., T. Altenburg, A. Pegels, y G. Vidican (2014), “Green Industrial Policy: Managing Transformation under Uncertainty”, *DIE Discussion Paper*. Bonn: Deutsches Institute für Entwicklungspolitik Rodrik D. (2014), “Green Industrial Policy”, *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 30, Edición (3), pp.469-491.

respectivas de cada país para aprovechar al máximo su potencial. Asimismo, también se pueden adoptar diferentes objetivos basados en las ambiciones específicas de cada país, de sus plazos previstos y de sus puntos de partida en cuanto a sus capacidades (ver la tabla a continuación).

Table 1. Short term and long-term Green Industrial Policies for a Sustainable Transformation

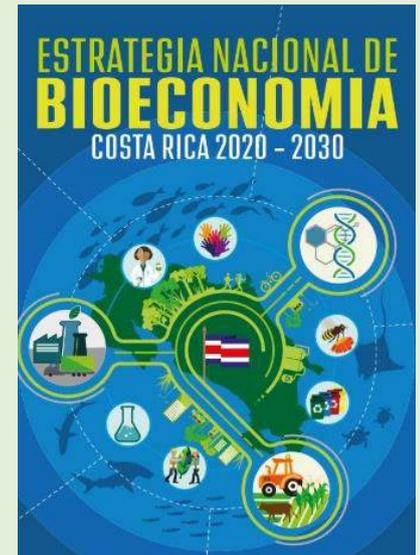
A CORTO PLAZO	
Instrumentos normativos	Ejemplos
Adopción de objetivos de descarbonización y de una hoja de ruta claros.	<i>Adopción de objetivos en materia de energías renovables a corto y largo plazo, y de planes para una economía verde (tales como la estrategia de crecimiento verde de Colombia y la estrategia de bioeconomía de Costa Rica).</i>
Establecimiento de objetivos y estrategias para la transición energética, y de conglomerados industriales para el desarrollo de tecnologías emergentes.	<i>Adopción de la Estrategia Nacional de Hidrógeno de Chile</i>
Fomento de la inversión en los sectores de energías renovables	<i>Entrega de incentivos fiscales y créditos para las inversiones en plantas de energía solar y eólica.</i>
Entrega de incentivos y adopción de normas de sostenibilidad para generar la demanda de energías limpias y de soluciones de alta eficiencia energética.	<i>Implementación de normativas gubernamentales para introducir gradualmente soluciones que utilicen eficazmente los recursos, tales como cocinas eléctricas (Ecuador).</i>
Estudio de incentivos de contenido local, requisitos y programas de desarrollo de capacidades para fomentar el aprendizaje mediante la práctica para proveedores locales.	<i>Inclusión de objetivos de contenido local como parte de licitaciones para proyectos de energías renovables, tal como ocurre en Argentina, Brasil y Uruguay.</i>
Establecimiento de marcos de competencia nacionales para la readaptación de habilidades, de las energías "sucias" a las "limpias".	<i>Implementación de programas de readaptación para empleos en riesgo por la transición energética mundial (p. ej., el Programa Empleo Verde de Argentina).</i>
A LARGO PLAZO	
Instrumentos normativos	Ejemplos
Prestación de apoyo e incentivos para I+D verde.	<i>Aportación de capital a largo plazo y de financiamiento no reembolsable para innovaciones tecnológicas bajas en carbono, certificación de la calidad, establecimiento de normas, oferta de incubación y apoyo para la transferencia y difusión de tecnologías (p. ej., el nuevo Instituto de Tecnologías Limpias de Chile).</i>
Expansión de programas de educación y capacitación para la acumulación de capital humano cualificado asociado a las industrias verdes.	<i>Expansión de programas de capacitación para proporcionar habilidades necesarias para la localización de actividades relacionadas con energías renovables.</i>
Eliminación gradual de requisitos de contenido local cuando la base de proveedores (competitivos) supera las protecciones a las industrias nacientes.	<i>Énfasis en la internacionalización de proveedores locales a través del intercambio de información, del diálogo intraindustrial y del desarrollo de capacidades.</i>
Construcción de cadenas de valor regionales que fomenten la resiliencia frente a perturbaciones exógenas.	<i>Promoción de cadenas de valor regionales en torno a tecnologías de energías renovables clave, mediante el uso de insumos en todas las regiones y de su dotación de minerales esenciales (p. ej., una cadena de suministro de energía eólica regional).</i>

Cuadro 4. Estrategia de bioeconomía de Costa Rica



En 2020, el Gobierno de Costa Rica puso en marcha una “estrategia de bioeconomía” que procura afrontar el desafío del COVID-19 mediante la promoción de una economía basada en los conocimientos verdes. También propone la aplicación de los principios de una bioeconomía circular y de descarbonización de los procesos de producción y consumo. Esta estrategia proporciona un marco para la orientación de las inversiones, el desarrollo de incentivos y las sinergias entre la producción y el medio ambiente.

La estrategia, que tiene por objetivo posicionar a Costa Rica como una economía basada en el conocimiento con producción sostenible de alto valor agregado y uso justo y equitativo de su biodiversidad, se basa en los compromisos asumidos con anterioridad para la descarbonización del país. En febrero del 2019, Costa Rica ya se había convertido en el primer país de América Latina y el Caribe en anunciar un plan integral para convertirse en una economía de cero emisiones para el 2025. Paralelamente a estas metas sectoriales, el plan de descarbonización nacional destaca el papel de la inclusión social y de la integración del mercado laboral como parte de la transición del país hacia una economía verde.



Cuadro 5. Estrategia de crecimiento verde de Colombia



En el 2018, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia publicó su Política de Crecimiento Verde. El propósito de esta Política es potenciar la productividad y la competitividad económica del país de aquí al 2030, garantizando al mismo tiempo el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de una manera que sea compatible con los compromisos adquiridos por el país en materia de cambio climático. A través de esta política, el Gobierno de Colombia reconoce que el modelo económico actual conduce a una degradación y a un agotamiento a largo plazo de la base de recursos para la producción económica y que a largo plazo genera costos elevados para el medio ambiente y la economía (que se estiman en torno al 2% del PIB). Por lo tanto, su objetivo es reducir los impactos ambientales de las actividades productivas que apoyan el desarrollo y, al mismo tiempo, buscar maneras para combinar el desarrollo económico con la conservación de recursos naturales, la reducción de la desigualdad y la consolidación de la paz. La implementación de la política requiere inversiones indicativas estimadas de 2,3 billones de pesos (alrededor de 600 mil millones de dólares).

La Política de Crecimiento Verde de Colombia se articula en torno a cinco ejes estratégicos. El primer eje tiene por objeto generar nuevas oportunidades económicas para diversificar la economía a través de la producción de bienes y servicios basada en el uso sostenible del capital natural. El segundo busca mejorar el uso de recursos naturales para aumentar el uso eficaz de los recursos y la productividad en diversos sectores económicos y minimizar los impactos medioambientales y sociales generados por el desarrollo de actividades económicas. El tercer eje promueve la generación y el fortalecimiento del capital humano para que adquiera el conocimiento necesario para apoyar el crecimiento verde. El cuarto eje establece las acciones estratégicas en los campos de la ciencia, la tecnología y la innovación para el apoyo de tecnologías respetuosas con el medio ambiente, generando así valor agregado para la economía nacional. El quinto eje establece las acciones para garantizar la coordinación interinstitucional necesaria para la implementación de esta política y el fortalecimiento de las capacidades necesarias para generar información de calidad para la toma de decisiones en materia de crecimiento verde y para el financiamiento de proyectos sostenibles.

Para contribuir al financiamiento de estas intervenciones, el Gobierno de Colombia estableció el Fondo Colombia Sostenible, un fondo de donantes múltiples destinado a fomentar la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica; apoyar el desarrollo rural; y apoyar la creación de capacidades en zonas de conflicto.¹¹⁵

¹¹⁵ Banerjee et al., op cit.

Desarrollo de capacidades verdes y de políticas del mercado laboral

Los actores públicos deberán servir de guía y ayudar a coordinar el desarrollo de capacidades verdes y actividades de capacitación. Los estados tienen que desempeñar una función clave como catalizador de la acumulación de capital humano específico necesario para el desarrollo de nuevos sectores, especialmente en países con capacidades relacionadas preexistentes limitadas. Este papel es especialmente relevante en el contexto de transiciones a bajos niveles de emisión de carbono, que requieren la adquisición generalizada de "capacidades verdes". Las capacidades verdes son competencias necesarias para adaptar y desarrollar productos, servicios y procesos para apoyar a una sociedad sostenible y que usa eficazmente sus recursos. Es necesario que el desarrollo de las capacidades verdes sea integrado en la política más amplia de desarrollo de capacitaciones y capacidades, en lugar de ser considerado como algo adicional o separado de otras formas de desarrollo de capacidades.¹¹⁶ La transición exitosa hacia una economía con bajas emisiones de carbono será posible solo si se garantiza que los trabajadores puedan adaptarse y ser transferidos de áreas en donde disminuye el empleo a otras industrias y que el capital humano exista y sea maximizado para el desarrollo de nuevas industrias.¹¹⁷

Cuadro 6. El Plan de Desarrollo Productivo Verde y el programa Empleos Verdes de Argentina

El Ministerio de Desarrollo Productivo de Argentina anunció un Plan Nacional de Desarrollo Productivo Verde para alinear la producción del país con la agenda climática mundial. El Plan de Desarrollo Productivo Verde incluye una serie de iniciativas para implementar ese compromiso en los sistemas de producción hacia un paradigma sostenible, inclusivo y ecológicamente responsable entre el Gobierno, el sector privado y la sociedad civil.

El Plan cuenta con cuatro pilares:

- economía verde, a través de energía renovable, electromovilidad, actividades para compartir conocimientos e industrias verdes;
- economía circular.
- sostenibilidad para mejorar la competitividad a través del consumo eficaz de la energía y los recursos;
- industrialización sostenible de recursos naturales e integración regional.

Además del Plan de Desarrollo Productivo Verde, los Gobiernos nacional y provinciales también han hecho del desarrollo de empleos y capacidades verdes una prioridad. Por ejemplo, en el 2018 el Gobierno provincial de Santa Fe creó un organismo público para el desarrollo de capacidades verdes.¹¹⁸ Este organismo proporciona capacitación, recualificación y certificación de competencias para empleos verdes. Desde el 2016, más de 1500 participantes han recibido capacitación en ocupaciones verdes a través de un programa llamado "Empleos Verdes— Cuidar el planeta da trabajo".¹¹⁹

¹¹⁶bid.

¹¹⁷ OCDE (2014). *Greener Skills and Jobs*. París: OCDE

¹¹⁸Saget et al. Op cit.

¹¹⁹bid.

Incluso en el contexto de la innovación basada en la biodiversidad, para la que América Latina tiene un gran potencial, las políticas educativas serán fundamentales ya que, a diferencia de muchos otros sectores "tradicionales", este tipo de actividades requieren una combinación estratégica de capacidades (p. ej., de capacidades en biología, química e ingeniería) que no forma parte del currículo estándar.¹²⁰ Los procesos de diseño de bioinnovación dependen en gran medida de los conocimientos de biología, pero también de los de diseño y de ingeniería, sobre todo a la hora de convertir estrategias biológicas en principios de diseño que sean aplicables en un sentido más amplio y de implementarlos para solucionar los desafíos a los que se enfrenta la humanidad.¹²¹ Sin embargo, los cursos técnicos interdisciplinarios de bioinnovación siguen siendo escasos en América Latina y su integración todavía es fundamental para el futuro de este sector en la región.

Las políticas de desarrollo de capacidades verdes serán clave para localizar y crear empleos verdes en América Latina. Los empleos verdes pueden definirse como empleos dignos que contribuyen directamente con la sostenibilidad ambiental, ya sea al producir bienes respetuosos con el medio ambiente o al hacer un uso más eficaz de los recursos naturales.¹²² Se espera que la transición hacia las cero emisiones netas cree muchos más empleos verdes que contribuyan significativamente a la inclusión social y a la erradicación de la pobreza. Por ejemplo, en el 2015 se estimó que en Argentina los empleos verdes representaban el 7% (650.000 empleos) del empleo remunerado formal, la mayoría de los cuales eran del sector de fabricación (38%), el transporte (29%), la agricultura, la ganadería, el sector forestal y la industria pesquera (9%), y el de suministro de agua y manejo de residuos (7%).¹²³

Junto con las políticas de desarrollo de capacidades verdes, las políticas del mercado laboral también serán imprescindibles para garantizar su preparación para aprovechar oportunidades de empleos verdes y evitar los posibles desfases de tiempo, geografía y de habilidades educacionales.

Desfases temporales

Cuando la pérdida de puestos de trabajo precede en mayor medida al aumento de empleos (p. ej., el cierre de una planta de carbón que precede a las nuevas actividades de energía renovable).

Desfases geográficos

Cuando surgen nuevos empleos en comunidades o regiones que no son las que están perdiendo puestos de trabajo.

Desafases educacionales

Cuando los niveles de competencias o las ocupaciones necesarias para la transición energética no fueron desarrollados o necesarios bajo el sistema de energía anterior.

Source: IRENA (2022)¹²⁴

¹²⁰Lebdioui (2022), op. cit.

¹²¹Kennedy, E., Fecheyr-Lippens, D., Hsiung, B. K., Niewiarowski, P. H., y Kolodziej, M. (2015). Biomimicry: A path to sustainable innovation. *Design Issues*, 31(3), 66-73.

¹²²OIT (2019a). *Skills for a greener future: A global view based on 32 country studies*. Ginebra: Organización OIT.

¹²³OIT (2019b). *Estimating Green Jobs in Argentina 2019 Executive summary and conclusions*. Buenos Aires: Organización Internacional del Trabajo de Argentina

¹²⁴IRENA (2022). *Renewable Energy Market Analysis: Africa and its Regions*. Abu-Dhabi: IRENA.

En Chile, por ejemplo, es probable que el plan de eliminación gradual del uso de carbón, que implica el retiro progresivo de las centrales termoeléctricas a carbón entre el 2030 y el 2050, tenga impactos sociales negativos, tales como la pérdida de entre 400 y 4000 empleos.¹²⁵ Si bien el reemplazo del carbón por energía renovable crearía un total de entre 2000 y 8000 empleos netos al 2030, las comunidades donde se emplazan actualmente las centrales termoeléctricas a carbón y donde la energía de carbón representa casi el 4% del PIB local y el 7,1% del empleo resultarán perjudicadas de manera desproporcionada, porque no existen garantías de que los empleos creados en los sectores de energías renovables se ubicarán en las mismas comunidades.¹²⁶ En ese sentido, las políticas de mercado laboral serán cruciales para facilitar la transición de los trabajadores de las centrales termoeléctricas a carbón (y de la mayoría de los trabajadores de las llamadas industrias en declive) a otros sectores y/o regiones del país. Evitar las repercusiones negativas de la transición y la resistencia de la comunidad mediante la entrega de alternativas que se traduzcan en mejores condiciones laborales en las comunidades afectadas será esencial para garantizar la inclusión de transiciones a bajos niveles de emisión de carbono en América Latina.

Financiamiento, capital de riesgo y apoyo para *start-ups*

El aumento de la inversión en sectores de bajos niveles de emisión de carbono requerirá reformas políticas importantes, no solo para incrementar un financiamiento público más eficaz, sino también para atraer más capital privado y apoyar a las *start-ups* de bajas emisiones de carbono. El apoyo a las políticas públicas es crucial para las transiciones hacia bajos niveles de emisión de carbono y en el proceso hacia un modelo social y económico más sostenible. El financiamiento público fue imprescindible en transiciones energéticas nacionales realizadas satisfactoriamente en el pasado, como fue el caso de Islandia, (de la energía fósil a la geotérmica), de Noruega (hacia la energía hidroeléctrica), de Francia (del petróleo a la energía nuclear) y de los Estados Unidos (del gas convencional a las energías de esquisto).¹²⁷ La función clave del financiamiento público yace en el hecho de que la disponibilidad de financiamiento de I+D a largo plazo y no reembolsable es esencial para estimular el desarrollo de la fase inicial de tecnologías bajas en carbono, especialmente cuando solo se podría esperar obtener utilidades de la innovación en un futuro lejano.¹²⁸ Esto es particularmente importante debido a que el sector bancario y de capital de riesgo tiene algunas limitaciones para actuar como motor de la innovación. El sector bancario privado nacional, especialmente en países en desarrollo, tiende a tener aversión al riesgo y a menudo no ofrece las condiciones necesarias para permitir un financiamiento inicial y a

¹²⁵Saget et al., op. cit.

¹²⁶Viteri Andrade, A. (2019). *Impacto económico y laboral del retiro y/o reconversión de unidades a carbón en Chile* (Estudio desarrollado para el Ministerio de Energía de Chile). Vogt-Schilb, A., Feng, K. (2019). *The labor impact of coal phase down scenarios in Chile*. Banco Interamericano de Desarrollo; Saget et al., op. cit.

¹²⁷Semieniuk, G. y M. Mazzucato. 2019. Financing green growth. In *Handbook on Green Growth*, ed. R. Fouquet. Cheltenham: Edward Elgar Publishing

¹²⁸Anzolin y Lebdioui, op. cit.; Mazzucato, M. (2016). From market fixing to market creating: A new framework for innovation policy. *Industry and Innovation* 23 (2): 140–156

largo plazo para innovaciones. Incluso en el marco del capital de riesgo, los datos indican que normalmente a los inversionistas de dicho capital les llaman la atención las oportunidades de inversión en que las ideas pueden comercializarse y su valor se puede obtener, a través de una “salida” dentro de un plazo razonablemente corto (normalmente 10 años).¹²⁹ Como resultado, la existencia de un banco de desarrollo nacional funcional que tenga la misión de financiar la transformación estructural hacia actividades de mayor valor agregado puede ayudar a superar algunas de estas limitaciones, proporcionar incentivos y reducir los niveles de riesgo para las inversiones a largo plazo para innovación, principalmente a través de financiamiento combinado. En el contexto del cambio climático, los Bancos Nacionales de Desarrollo (BND) están bien posicionados para apoyar la transformación hacia una economía verde y la realineación de los flujos financieros, tanto por medio de financiamiento directo como mediante la movilización de financiamientos privados hacia la enorme inversión que requieren las transiciones a bajas medidas de carbono. Los bancos centrales también están en una posición poderosa para apoyar el desarrollo de modelos financieros verdes y aplicar un precio adecuado al riesgo medioambiental y de carbono por entidades financieras, gracias a su supervisión normativa de divisas, crédito y el sistema financiero.

En América Latina, el caso de negocio para las inversiones verdes y los instrumentos financieros ASG (Ambientales, Sociales y de Gobernanza) ya es fuerte, pero todavía queda mucho por hacer para atraer inversiones. Un [estudio reciente](#) del Banco Interamericano de Desarrollo reveló que los fondos de pensión y los fondos soberanos de inversión de Chile habrían obtenido retornos aún más altos a través de inversiones verdes.¹³⁰ Por lo tanto, la idea de que siempre hay una compensación entre la sostenibilidad y los retornos financieros a menudo es una falacia. No obstante, aún queda mucho por hacer para lograr que las inversiones en actividades de bajas emisiones de carbono sean atractivas para el capital privado. Por ejemplo, el bajo porcentaje de inversiones en I+D en toda América Latina (relativo con respecto al resto del mundo) se financia mayoritariamente con fondos públicos, mientras que la inversión privada en I+D es mucho más alta en los países miembros de la OCDE. En el futuro, la capacidad de atraer capital de riesgo hacia ecosistemas industriales con bajas emisiones de carbono en América Latina, especialmente en *start-ups*, será transformadora. Los objetivos de descarbonización y de adaptación al cambio climático serán difíciles de alcanzar sin una mayor innovación; por el contrario, contribuir para que las *start-ups* de tecnologías limpias maduren puede crear prosperidad económica local y representa una gran oportunidad de mercado para los países latinoamericanos.¹³¹

Las inversiones de capital de riesgo en tecnologías limpias y la atención normativa a las *start-ups* han ido en aumento en todo el mundo. Las políticas desempeñan un papel esencial en la innovación tecnológica limpia. En el pasado, esto ha tenido lugar a través del

¹²⁹Lerner, J. y Nanda, R. (2020). Venture capital's role in financing innovation: What we know and how much we still need to learn. *Journal of Economic Perspectives*, 34(3), 237–61.

¹³⁰Parrado et al. (2020) 'Invertir para crear mejores sociedades sin sacrificar los retornos'. *BID*, accesible en: <https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/invertir-para-crear-mejores-sociedades-sin-sacrificar-los-retornos/>

¹³¹AIE (2022) *How Governments Support Clean Energy Start-ups*. Paris: AIE

financiamiento a proyectos de I+D, la entrega de reducciones de impuestos y la regulación de los mercados. Pero los Gobiernos están comenzando a apoyar cada vez más a *start-ups* innovadoras de manera directa y teniendo mayores expectativas de que los emprendedores podrán comercializar ciertas tecnologías de energías limpias (tales como las baterías, los electrolizadores, los reactores modulares, los sensores y los paneles solares).¹³² Las *start-ups* son sumamente importantes para llevar los descubrimientos a la fase de comercialización, pero tienen un alto nivel de riesgo asociado a sus operaciones, razón por la cual el capital de riesgo y la cooperación abren una amplia gama de posibilidades en el campo de las tecnologías de energías renovables.¹³³ Será necesario disponer de políticas públicas eficaces para superar los desafíos específicos que enfrentan las *start-ups* en el sector de la energía limpia, que es un sector fuertemente reglamentado y basado en *hardware* que enfrenta tanto a un entorno normativo fragmentado e incierto como a una comunidad inversionista que no suele estar familiarizada con el rubro energético y que en ocasiones está poco alineada con las necesidades de financiamiento.¹³⁴

Box 7. Start-up Chile



La Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, de Chile fundó Start-up Chile en 2010, momento en el que se convirtió en el primer acelerador de negocios público del mundo, que cuenta con un sólido historial de resultados. Su propósito fue atraer a emprendedores internacionales para que se conectaran con *start-ups* chilenas y aumentaran el impacto del ecosistema de innovación en Chile al proporcionar una gama de servicios de aceleración (cuyo monto ascendía a hasta 300.000 dólares), como la financiación de subvenciones, un equipo asesor que se reúne con los beneficiarios cada mes, talleres sobre diversos servicios comerciales, entrenamiento de *pitch*, servicios externos con descuento (que incluyen el almacenamiento en la nube, *software* y asesoramiento jurídico).

Desde su implementación, Chile ha pasado a ser un centro neurálgico de *start-ups* en América Latina para tecnologías con alto potencial de crecimiento. Start-up Chile ha apoyado a más de 2200 nuevos emprendimientos de diferentes sectores, ha apoyado a más de 5500 emprendedores y ha concedido más de 75 millones de dólares provenientes de recursos públicos.

Si bien no es específico para el sector energético, ha realizado convocatorias para *start-ups* únicamente de dicho sector y, por ejemplo, apoyó a la chilena Endurance Electric, proveedora de energía solar fotovoltaica fuera de la red a través de una aplicación de pago, y a Quempin, que ayuda a los clientes a mejorar la eficiencia de la combustión.¹³⁵ Sin embargo, a pesar de esos ejemplos, si se compara con su potencial previsto, el ecosistema de innovación en torno a energías limpias sigue siendo débil en Chile,¹³⁶ y cabe esperar que en el futuro se preste una mayor atención a la innovación en sectores clave, tales como la extracción de minerales mediante el uso de energías respetuosas con el medio ambiente.

¹³²bid.

¹³³RENA (2015), op. cit.

¹³⁴AIE (2022), op. cit.

¹³⁵bid.

¹³⁶bid.

Economía circular

La economía circular es un enfoque de economía industrial hacia la desmaterialización, lo que implica una gestión cuidadosa de los flujos de materiales y tiene como objetivo desvincular el crecimiento económico del consumo de recursos finitos mediante la reducción de residuos, en parte al reinsertarlos en los procesos de producción.¹³⁷ Si los sectores de fabricación adoptan modelos de negocio de economía circular, se logran ahorros de costos netos de material importantes.¹³⁸

El comercio internacional puede desempeñar un papel central en el avance de los modelos de economía circular, especialmente en términos de fomentar las economías de escala, aprovechar las inversiones extranjeras directas y promover la innovación y el desarrollo tecnológico.¹³⁹ En efecto, varios flujos comerciales están directamente vinculados a distintas estrategias de circularidad, que incluyen el comercio de residuos, subproductos y materias primas de desechos para reacondicionamiento y refabricación, tanto para bienes de segunda mano y en servicios, como también para producir biofertilizantes para mejorar la productividad agrícola, ayudando así a la canasta de exportaciones de un país.¹⁴⁰ En contraste con los sistemas de producción lineal, donde el creciente comercio de desechos y residuos no valiosos agrava el daño medioambiental y conduce al vertido de textiles y prendas de vestir desde regiones desarrolladas a regiones en desarrollo que a menudo cuentan con normativas menos estrictas (como se evidenció con un caso reciente de vertido de prendas de vestir usadas en Chile¹⁴¹), los sistemas de producción circular representan una oportunidad para utilizar estos materiales, lo que puede ser un aporte valioso a los procesos de producción en otros países.¹⁴²

Los países de América Latina y el Caribe podrían beneficiarse de algunas de estas oportunidades comerciales y varios de ellos ya han adoptado estrategias nacionales de economía circular.¹⁴³

¹³⁷Lütkenhorst, W., Altenburg, T., Pegels, A. y Vidican, G. (2014). Green industrial policy: Managing transformation under uncertainty. *Deutsches Institut für Entwicklungspolitik Discussion Paper*, 28.

¹³⁸Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

¹³⁹ Albaladejo, M.; Mulder, N.; Mirazo, P.; and Jauregi, I. (2021) The Circular Economy: From waste to resource through international trade. *ONUDI Plataforma de Análisis Industrial*. Julio.

¹⁴⁰ibid.

¹⁴¹ Aljazeera (2021). 'Chile's desert dumping ground for fast fashion leftovers'. 8 de noviembre, accesible en: <https://www.aljazeera.com/gallery/2021/11/8/chiles-desert-dumping-ground-for-fast-fashion-leftovers/>

¹⁴²ibid.

¹⁴³ Mulder, N.; Albaladejo, M.; Mo, M.; Olmos, M.; Dante, P. y Mirazo, P. (2021) *International Trade and the Circular Economy in Latin America and the Caribbean*. Documento de trabajo sobre desarrollo industrial inclusivo y sostenible serie N.º 3/2021 CEPAL-ONUDI: CEPAL-ONUDI: Viena.

Estrategias nacionales de economía circular en América Latina

Aprobadas



En preparación



En fase inicial



Fuente: Mulder et al. op.cit

La economía circular también supone un desafío comercial para los países latinoamericanos. Debido a que la economía circular promueve la sustitución de materias primas vírgenes por materias primas secundarias, podría llevar a una reducción del flujo comercial de minerales desde el sector extractivo, una de las principales exportaciones de América Latina.¹⁴⁴ Por ejemplo, si China desarrollara una estrategia de economía circular para el acero, esto afectaría a Brasil por ser un exportador de mineral de hierro; por el contrario, medidas de economía circular en la OCDE podrían dar lugar a una disminución del comercio internacional de hasta un 50% para los metales no ferrosos, un 15% para la siderurgia primaria y de un 10% para los minerales no metálicos.¹⁴⁵¹⁴⁶ Sin embargo, la promoción de una circularidad mayor en las industrias de minerales y metales no significa la desaparición de las actividades mineras en América Latina, sino que en cambio las complementaría, debido a que la senda hacia una economía de bajas emisiones de carbono también está relacionada con las energías limpias y los minerales esenciales necesarios para implementarlas.¹⁴⁷

Asimismo, algunas industrias y servicios poseen un mayor potencial para la circularidad que otros. A nivel de cada país, hacer avanzar la agenda de la economía circular da un impulso a los sectores relevantes para la industria, tales como el manejo de residuos, la reparación, el mantenimiento, la refabricación y el reciclaje.¹⁴⁸ Por lo tanto, los países latinoamericanos deben tener una visión de futuro e implementar políticas proactivas que tengan como objetivo aprovechar la economía circular para el desarrollo, aumentando el valor agregado y la productividad de las industrias locales con el mayor potencial para la circularidad y con la mayor cantidad de beneficios socioeconómicos indirectos para las comunidades locales.

¹⁴⁴Ibid.

¹⁴⁵Nechifr, V., Calzadilla, A., Bleischwitz, R., Winning, M., Tian, X. y Usubiaga, A. (2020). Steel in a circular economy: Global implications of a green shift in China. *World Development*, Volumen 127.

¹⁴⁶ Dellink, R. (2020). *The Consequences of a more resource efficient and circular economy for international trade patterns*. París: OCDE.

¹⁴⁷Mulder et al., op. cit.

¹⁴⁸Albaladejo et al., op. cit.

Desarrollo de capacidades a nivel regional

Se pueden adoptar una serie de intervenciones normativas a nivel regional e internacional para promover transiciones a bajos niveles de emisiones de carbono inclusivas, de desarrollo y sostenibles en América Latina y el Caribe.

Establecimiento de una hoja de ruta para las cadenas de suministro regionales y protección transfronteriza de la biodiversidad

Una visión común orientadora es clave para catalizar los esfuerzos regionales para desarrollar el comercio en torno a actividades de bajos niveles de emisiones de carbono en la región.

En primer lugar, cuando se trata de activos de biodiversidad, hay que destacar que muchos activos medioambientales (tales como la selva amazónica) cruza las fronteras en América Latina. Por consiguiente, garantizar la conservación y, por ende, la perennidad de las actividades económicas derivadas de la biodiversidad requiere una colaboración transfronteriza para evitar la sobreexplotación de bienes comunes. Por ejemplo, en la perspectiva del comercio del carbono en la región, los manglares son un recurso excepcional para el almacenamiento del carbono (capaces de almacenar de 3 a 4 veces más carbono que la mayoría de los bosques del planeta^{3-4x}) y prestan otros servicios como estabilización de las costas, conservación de la biodiversidad, mitigación de desastres, entre muchos otros. No obstante, entre los años 2001 y 2018 la zona de los manglares de la región se redujo en un 20,22%.¹⁴⁹La conservación de un ecosistema de este tipo exige crear marcos de acción regionales para la protección de la biodiversidad.

Desde esta perspectiva, el reciente acuerdo entre Colombia, Costa Rica, Ecuador y Panamá para crear el Corredor Marino del Pacífico Este Tropical, representa un avance loable. Esta iniciativa, puesta en marcha en noviembre de 2021, creará el corredor más grande y con mayor riqueza biológica del mundo, que incluye un corredor libre de pesca que convierte más 500.000 km² en una de las rutas migratorias más importantes del mundo para tortugas marinas, ballenas, tiburones y mantarrayas.¹⁵⁰ Asimismo, el Pacífico Este Tropical cuenta con los mayores índices de endemismo del mundo (debido en parte a la convergencia de múltiples corrientes oceánicas que le han dado forma al paisaje marino subacuático) e incluye a 160 especies endémicas identificadas que están en peligro de extinción.¹⁵¹ Además de su obvio valor ecológico, una colaboración transfronteriza de este tipo para la protección de la biodiversidad también trae consecuencias importantes para la protección de las

¹⁴⁹Organización Meteorológica Mundial, op. cit.

¹⁵⁰ UNESCO (2021). 'Colombia, Costa Rica, Ecuador y Panamá dan el primer paso hacia la creación de la mayor reserva de biósfera marina transfronteriza'. 3 de noviembre, comunicado de prensa de la UNESCO.

¹⁵¹ibid.

posibilidades presentes y futuras de buscar inspiración e información en la biodiversidad para promover la innovación en la región (ver la sección 4).

En segundo lugar, la cooperación para fomentar la regionalización de cadenas de suministro relacionadas con energías limpias y minerales esenciales también presenta varios beneficios, tales como:

- Incrementos de productividad a través de sinergias y economías de escala para los proveedores locales y las actividades de procesamiento en la fase descendente.
- Resistencia a las conmociones externas y a la dependencia de un solo país proveedor de tecnologías de bajas emisiones de carbono. Por ejemplo, la pandemia del COVID-19 ha causado alteraciones importantes a las operaciones de muchas cadenas de suministro transfronterizas.¹⁵² Tales efectos evidencian que velar por la resiliencia a largo plazo de la implementación de energías renovables frente a perturbaciones exógenas hará necesaria una mayor diversificación y regionalización de las cadenas de suministro regionales.¹⁵³
- Resistencia macroeconómica en el contexto del cambio climático a través de oportunidades para la diversificación industrial para superar la dependencia de materias primas y las vulnerabilidades climáticas asociadas (ver la sección 2). Por tal motivo, el desarrollo de cadenas de valor regionales fuertes en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono ofrece oportunidades de empleo y de creación de valor, y una economía más resiliente en el contexto del cambio climático.

Para lograr tales objetivos, los países de la región deben trabajar conjuntamente para evaluar el potencial regional existente en el suministro de minerales, compartir el conocimiento existente y los datos disponibles sobre los yacimientos de minerales esenciales y sus cadenas de suministro en cada país, e identificar y llenar las lagunas de conocimiento existentes. El reciente llamado a una colaboración regional en torno a los minerales esenciales y la propuesta de adopción de una hoja de ruta en el marco de la Conferencia Anual de Ministerios de Minería de las Américas (CAMMA) de 2021 representa un camino a seguir prometedor.

Intercambio de información regional para conciliar la oferta y la demanda

Las asimetrías –y la falta– de información son uno de los principales problemas que obstaculizan la integración regional y el desarrollo de cadenas de suministro regionales en torno a tecnologías de bajos niveles de emisiones de carbono. Por ejemplo, en el sector minero, el intercambio de información sobre las necesidades de

¹⁵²Seric, A., Görg, H., Möhle, S. y Windisch, M. (2020, abril). Managing COVID-19: How the pandemic disrupts global value chains. En *World Economic Forum* (Vol. 27).

¹⁵³IRENA. (2020). *Post-COVID recovery: an agenda for resilience, development and equality*. Abu Dabi: Agencia Internacional de Energías Renovables.

adquisición y las cadenas de suministro de energías limpias, desde la minería a las industrias en fase descendente, es esencial para hacer coincidir a proveedores y suministradores en las cadenas de suministro de minerales esenciales. En el futuro, se podrán adoptar una serie de medidas concretas a nivel regional:

Debido a que la generación transparente de información de calidad es primordial para guiar y atraer a inversionistas, es esencial recabar información más fiable para comprender el panorama de los minerales esenciales mediante la realización de estudios geológicos sobre los minerales esenciales presentes en la región. Esto se puede lograr apoyando programas de desarrollo de capacidades de la Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos (ASGMI) y estudios geológicos y mineros nacionales en la región. Por ejemplo, los recursos, los programas de capacitación y el conocimiento que se comparta podrían incluir estudios mineros en la región para fortalecer la capacidad local para llevar a cabo exploraciones y cartografías futuras de los yacimientos de minerales esenciales en sus jurisdicciones.

Asimismo, las organizaciones regionales pueden realizar una evaluación de oportunidades más sistemática para identificar los proyectos de inversión de prioridad regional, sobre la base de las fortalezas y limitaciones existentes, y las oportunidades de desarrollo de las cadenas de suministro regionales para tecnologías específicas y/o minerales esenciales (p. ej., turbinas eólicas; tecnología a base de grafeno; clústeres de electromovilidad, etc.). De igual manera, una evaluación jurídica y normativa de los acuerdos comerciales existentes y de cómo estos facilitan o limitan la agenda para la regionalización de cadenas de suministro será primordial para orientar la manera en que la cooperación regional puede tomar forma en torno a estos temas.

Desarrollo de capacidades regionales y coordinación de capacidades verdes y de I+D de bajos niveles de emisiones de carbono

El desarrollo de capacidades en torno a actividades comerciales de bajos niveles de emisiones de carbono en los diferentes países de América Latina y el Caribe depende de los instrumentos de cooperación regionales. La cooperación regional podría tomar la forma de esquemas de certificación reconocidos regionalmente para los bienes con baja emisión de carbono, lo que permite el desarrollo de oportunidades de mercado y el comercio de tales bienes. En el contexto de la creciente necesidad de contar con métodos de extracción sostenibles en el sector minero, como también de los distintos grados de madurez en la producción minera en la región, las mejores prácticas también se podrían compartir mediante la preparación de "clínicas" o viajes de estudios regionales (dados los distintos grados de avance en la producción en la región) y para que los proveedores locales interactúen con los actores de las fases descendentes y puedan conocer las necesidades de adquisición.

Las iniciativas de I+D regionales también abren la posibilidad de agrupar los recursos de I+D para el codesarrollo de soluciones para la región. Con ese fin, se podrían establecer

vínculos entre las redes de innovación regional para tecnologías y desafíos específicos (tales como la implementación de energías limpias a gran altura geográfica o las alternativas para la minería de uso intensivo de agua) y entidades de investigación en todo el continente americano. Más allá del ámbito académico, la participación del sector privado también será de suma importancia para poder comprender las necesidades de la industria. Por lo tanto, inspirándose en el modelo de la Alianza Europea de Baterías, pueden realizarse alianzas regionales para tecnologías y cadenas de suministro específicas al reunir al sector privado (empresas mineras; empresas fabricantes), universidades y organismos gubernamentales para desarrollar capacidades regionales e identificar desafíos.

Cuando se trata de aprovechar las oportunidades comerciales que surgen de la economía circular (ver la sección 5.1) la cooperación regional también será fundamental. Las sinergias existen en términos de la oferta y la demanda de residuos y de su reutilización en toda la región. La implementación de normas regionales que puedan tanto ayudar a fomentar el comercio de biomateriales de residuos y de materiales de desechos, como reparar los servicios de fabricación puede contribuir a mejorar la productividad y la circularidad en diversos sectores de toda la región.

Por último, la regionalización de sistemas comerciales con bajas emisiones de carbono también tendría efectos importantes sobre el aumento de la conservación y la valoración de la biodiversidad en todo el continente, y sobre la adopción y armonización de normas medioambientales en todo el continente (esto alineado con el Acuerdo de Escazú) para apoyar el manejo de zonas protegidas transfronterizas y la implementación continental de pago por servicios ambientales (PSA), que son incentivos que se ofrecen a poblaciones locales a cambio del manejo de sus tierras para proveer servicios de conservación ecológica de los que otros se benefician. Las estructuras regionales también pueden facilitar y ayudar a canalizar los financiamientos internacionales para el apoyo de la conservación medioambiental en la región.

¿Un Pacto Verde latinoamericano?

Fundamento

La naturaleza multifacética de las políticas necesarias para fomentar modelos de desarrollo que pueden resistir el cambio climático en América Latina, así como la necesidad de una coordinación regional de aquellos instrumentos normativos y estrategias para lograr economías de escala y explotar las sinergias existentes, hacen que un pacto verde en el contexto latinoamericano adquiera mayor relevancia. A la fecha, se han propuesto y discutido pactos verdes en variadas geografías y contextos, tales como en los Estados Unidos, en la Unión Europea y en Corea del Sur, pero han permanecido enmarcados principalmente en el contexto de las economías avanzadas, con discusiones enfocadas en estrategias para desarrollar las capacidades productivas

y de innovación de empresas nacionales de esos países. Su aplicabilidad e impacto en los países en vías de desarrollo no ha sido lo suficientemente tratada, a pesar de que estos países podrían beneficiarse enormemente de ello.¹⁵⁴

La noción de un "nuevo pacto verde" se inspira en la movilización masiva de recursos liderada por el presidente Franklin D. Roosevelt en EEUU en los años 30. El Nuevo Pacto original supuso reformas fiscales, monetarias y bancarias, obras públicas y otros programas, además de nuevas medidas reglamentarias en respuesta a la devastadora crisis financiera conocida como la Gran Depresión. Más de 70 años después, después de la crisis financiera de 2009, surge la idea de otro nuevo pacto que incorpora la dimensión del cambio climático (Benedick, 2001; Friedman; 2007; New Economics Foundation, 2008; UNEP 2009), en medio del creciente reconocimiento de las estrechas interconexiones entre las dinámicas socioeconómicas y las medioambientales. A pesar de las distintas circunstancias, contextos institucionales y geografías en las que han surgido las propuestas de un nuevo Pacto Verde, tienen varias características en común, como la adopción de una intervención normativa sin precedentes y una movilización de recursos en una escala acorde a la crisis existencial.

El concepto de un pacto verde es de suma importancia en el contexto latinoamericano, donde la coordinación regional es necesaria para fomentar sinergias entre diversos países y subregiones, ampliar economías y promover el desarrollo de cadenas de suministro regionales resilientes en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono.¹⁵⁵Cada país en la región tiene fortalezas complementarias distintas, desde abundancia de minerales esenciales (p. ej., Chile, Perú) a capacidad de fabricación (p. ej., Brasil, Costa Rica) y el potencial de energías renovables (p. ej., México, Paraguay) al igual que proximidad a rutas comerciales importantes (p. ej., Panamá), lo que puede fomentarse hacia el desarrollo de un ecosistema industrial regional eficaz en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono, si se usan y coordinan recursos e instrumentos normativos que sean apropiados. La idea de un pacto verde latinoamericano se alinea con la promoción de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas para que la región avance hacia "un fuerte impulso para lograr la sostenibilidad" mediante la combinación de políticas económicas, industriales, sociales y medioambientales que permitan impulsar una recuperación posterior al COVID-19 y reactivar el desarrollo en la región.¹⁵⁶Por ende, el debate sobre si un pacto verde podría ser el camino a seguir en América Latina se justifica y es oportuno.

¿Qué es un pacto verde?

Un *Nuevo Pacto Verde* es esencialmente un paquete de políticas integral que pretende reunir los objetivos de lograr las metas climáticas (tales como minimizar las emisiones de

¹⁵⁴IRENA (2020). *Global renewables outlook: Energy transformation 2050*. Abu Dabi: IRENA

¹⁵⁵La relevancia de un pacto verde en el continente americano fue destacada recientemente en Aldana Cohen, D. y Riofrancos, T. Eds. (2020) *A green New Deal for the Americas. NACLA Report on the Americas* (Verano), Vol. 52. No.2.

¹⁵⁶CEPAL (2020). *Building a New Future: Transformative Recovery with Equality and Sustainability*. Santiago: Naciones Unidas

gases de efecto invernadero); de fomentar el desarrollo económico y la creación de empleos; y de garantizar la equidad social y el bienestar para la sociedad (ver la figura 21).

Figura 21. Diagrama que ilustra los objetivos más amplios de un nuevo pacto verde

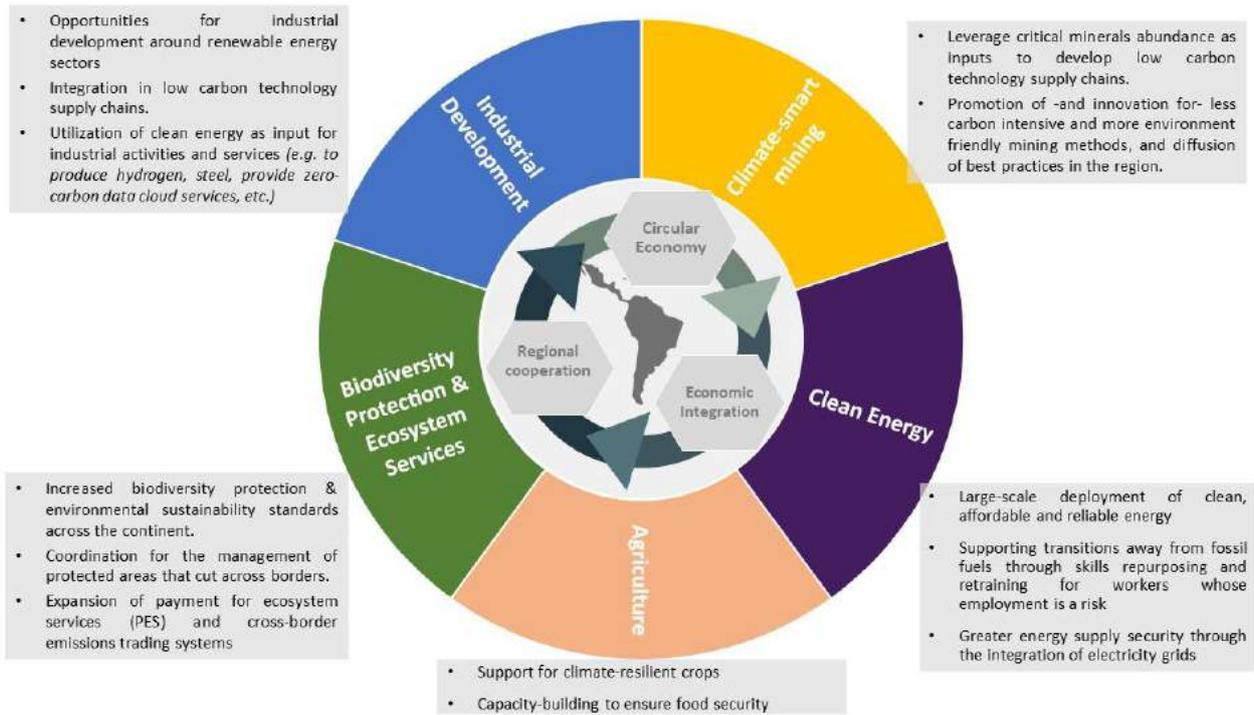


Fuente: IRENA 2020

Distintos componentes de un Pacto Verde latinoamericano

Un pacto verde latinoamericano diseñado cuidadosamente tiene el potencial de generar impactos positivos importantes en una amplia gama de sectores económicos. El impacto más obvio sería en el sector energético, donde un pacto verde podría apoyar la implementación regional a gran escala de fuentes energéticas limpias, asequibles y fiables, y también la coordinación de readaptación y reintegración en el mercado laboral de trabajadores cuyos empleos en el sector de los combustibles fósiles están en riesgo debido a las transiciones energéticas (IRENA, 2022). No obstante, también existen oportunidades para apoyar al sector agrícola y su resistencia al cambio climático; el desarrollo industrial en torno a sectores y actividades de bajas emisiones de carbono; al comercio inter- e intrarregional de tecnologías, servicios y electricidad de energía limpia; la extracción de minerales esenciales respetuosa del medio ambiente y su adición de valor; además de la protección de la biodiversidad y servicios de ecosistemas (ver la figura 22).

Figura 22. Ejemplos del impacto multisectorial de un pacto verde latinoamericano



Fuente: El autor

Figura 23. Para lograr un Pacto Verde latinoamericano es necesaria una coordinación de políticas integral.



Fuente: El autor

Cuadro 8. Ejemplos de medidas que podrían implementarse como parte de un Pacto Verde latinoamericano

- Políticas de implementación coordinada (tales como tarifas reguladas y subastas) para facilitar la integración de energías renovables en las redes eléctricas regionales o subregionales y los sistemas de transmisión.
- Fomento de la integración del mercado mediante el uso de certificaciones y estandarización de calidad regionales para tecnologías y servicios sociales con bajas emisiones de carbono.
- Desarrollo de estrategias regionales para tecnologías de bajas emisiones de carbono aparte de las nacionales (p. ej., una Estrategia Regional de Hidrógeno).
- Expansión de los centros de capacitación regionales y de las plataformas de intercambio de conocimiento.
- Aumento de formación y capacitación técnica y profesional relacionada con las energías renovables para disminuir los índices de desempleo.
- Coordinación regional y vínculos entre centros de investigación dedicados a tecnologías con bajas emisiones de carbono.

Sin embargo, para lograr una transformación estructural a nivel regional y apta para mitigar el cambio climático, se necesita contar con una gama de instrumentos normativos integrales. Si bien puede que las especificaciones varíen de país a país, un paquete normativo regional integral debería incluir una amplia mezcla de políticas complementarias tales como las descritas en las secciones 5.1 y 5.2.

Los desafíos que se avecinan

El acceso a financiamiento será uno de los retos clave para lograr el Pacto Verde latinoamericano. Hasta ahora, la inversión hacia las transformaciones verdes ha sido insuficiente y no basta para implementar la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible ni el Acuerdo de París.¹⁵⁷ En el contexto de la recuperación posterior al COVID-19, los paquetes de incentivos tampoco han beneficiado el desarrollo sostenible debido a la insignificante parte destinada a la inversión verde del total de los gastos anunciados (0,4%).¹⁵⁸

Según las estimaciones existentes de los costos totales de la adaptación al cambio climático y de la expansión de la energía limpia, es muy probable que el financiamiento necesario para solventar el Pacto Verde latinoamericano supere 1 billón de dólares. El aumento de los desafíos financieros también se produce por una reducción del espacio fiscal para los Gobiernos de toda la región después de la crisis por COVID-19, además de la crisis Rusia-Ucrania que causa una caída en la demanda de exportaciones agrícolas latinoamericanas (tales como rosas y plátanos). Sin embargo, los costos de financiar un pacto verde deben medirse con las pérdidas económicas actuales generadas por el cambio climático en el continente, que se estiman en unos 100.000 millones de dólares anuales al 2050.¹⁵⁹ Asimismo, como se indica en la sección 2, se espera que a finales del siglo el cambio climático genere una pérdida importante en el PIB per cápita en toda la región. Dado el aumento de los retornos de las inversiones en energías renovables y en tecnologías de bajas emisiones de carbono, además de los ahorros previstos gracias al comercio transfronterizo eléctrico y de bienes con bajas emisiones de carbono, se justifica una movilización masiva de financiamiento local e internacional, junto con el apoyo financiero de instituciones internacionales.

Al mirar hacia el futuro, los Gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y los organismos de desarrollo internacional tendrán que trabajar en conjunto para superar los desafíos y riesgos para financiar e invertir en un pacto verde latinoamericano. En el futuro, será necesario contar con una mezcla coordinada de inversión pública, financiamiento de capital de riesgo y financiamiento combinado. El aumento de la emisión de bonos soberanos verdes para financiar proyectos nacionales y transfronterizos también podría ser el camino a seguir. El creciente mercado de bonos

¹⁵⁷CEPAL (2022). How to finance sustainable development. *Special Report COVID-19 No. 13*. Santiago: CEPAL

¹⁵⁸Ibid.

¹⁵⁹Vergara et al., op. cit.

verdes para América Latina y el Caribe se abrió en 2014 y ascendió a 21.600 millones de dólares entre los años 2014 y 2020, donde solo Brasil y Chile emitieron el 67% de este monto.¹⁶⁰ Expandir y replicar iniciativas pioneras de colaboración colectiva, tales como el EcoEnterprises Fund, también puede ayudar a canalizar los flujos financieros para apoyar la transformación verde en toda América Latina. Este fondo de capital de riesgo enfocado en América Latina, en el que el grupo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) es un inversionista principal, trabaja con el sector privado para invertir en empresas pequeñas donde el manejo de recursos naturales a largo plazo es primordial para su éxito financiero. Ya ha movilizado 140 millones de dólares para agricultura, agrosilvicultura y ecoturismo sostenibles.¹⁶¹

La superación de desfases normativos para lograr la cooperación a nivel regional constituye un obstáculo mucho más importante para el diseño y la implementación de un pacto verde en América Latina. Un programa regional ambicioso de este tipo requeriría una gran visión política y gran coordinación a nivel regional. Sin embargo, a nivel regional existen divisiones políticas, y la integración del mercado ha resultado ser una tarea difícil a lo largo de las décadas. Estas divisiones van desde divergencias ideológicas hasta polarizaciones nacionales, rivalidades personales entre líderes de la región y competencia geopolítica entre EEUU y China, lo que en conjunto obstaculiza la gobernanza regional tiene un impacto negativo en las perspectivas de cooperación.¹⁶²

Sin embargo, la cooperación persiste en algunos formatos y será un instrumento necesario en el futuro. Trabajar en conjunto es necesario para poder obtener beneficios socioeconómicos de las transiciones hacia bajos niveles de emisiones de carbono y, afortunadamente, una agenda regional ambiciosa podría sacar provecho de una amplia gama de instituciones e iniciativas actuales a nivel regional y subregional. Por ejemplo, la Alianza de Energía y Clima de las Américas, creada en 2009, tiene como objetivo avanzar en las soluciones de bajas emisiones de carbono en la región al proporcionar una plataforma para los que Gobiernos impulsen voluntariamente iniciativas multinacionales o bilaterales. Más recientemente, el Acuerdo de Escazú (adoptado en 2018), que es el Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales, es el primer tratado de la región sobre asuntos medioambientales y afirma el valor de la dimensión regional del multilateralismo para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. Al crear marcos mundiales y nacionales, el acuerdo establece normas regionales, fomenta el desarrollo de capacidades —particularmente a través la cooperación Sur-Sur—, sienta las bases de una arquitectura institucional de apoyo y ofrece instrumentos para la elaboración de políticas y la toma de decisiones de mejor manera. En los dos últimos

¹⁶⁰Solo 12 de los 33 países de la región emitieron bonos verdes hasta el año 2021 (CEPAL, 2022, op.cit.).

¹⁶¹Dasgupta, P. (2021). *The economics of biodiversity: the Dasgupta review*. HM Treasury.

¹⁶²Merke et al. (2021). *Reimagining Regional Governance in Latin America*. Carnegie Endowment for International Peace. Accesible en: <https://carnegieendowment.org/2021/06/24/reimagining-regional-governance-in-latin-america-pub-84813>.

años, también han surgido otros movimientos para apoyar la cooperación regional en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono, como Nuestra América Verde y Pacto Ecosocial del Sur.

Un pacto verde latinoamericano podría capitalizar en mecanismos de cooperación existentes y reunir a los actores regionales clave (tales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] de las Naciones Unidas, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco de Desarrollo de América Latina [CAF]), los Gobiernos, las instituciones multilaterales y el sector privado para facilitar el diálogo y el consenso entre los distintos grupos de interés, identificar objetivos regionales y subregionales fiables e identificar y aprovechar al máximo las sinergias entre distintas estrategias de transición energética nacionales y subregionales, y ayudar a superar problemas de coordinación. Asimismo, dentro del ámbito de un pacto verde, pueden crearse alianzas regionales para coordinar la investigación, producción e implementación de tecnologías específicas de bajas emisiones de carbono (parecido al modelo de la Alianza Europea de Baterías, que reúne a las autoridades nacionales de la UE, las regiones, los institutos de investigación industrial y a otros grupos de interés en la cadena de valor de las baterías). Existen esfuerzos actuales, pero se necesita mayor apoyo. Por último, la colaboración regional también debería involucrar a la sociedad civil como grupo de interés fundamental, tal como se debatió recientemente entre quienes proponen un Nuevo Pacto Verde en el continente americano que se enfoque en el papel que cumplen los movimientos sociales.¹⁶³

¹⁶³Aldana Cohen, D, y RioFrancos, T. eds. (2020) A green New Deal for the Americas. *NACLA Report on the Americas* (Verano), Vol. 52. No.2.

Comentarios finales

El cambio climático y su mitigación hacen necesario replantearse seriamente las estrategias y dinámicas comerciales en el siglo XXI. Es poco probable que ignorar las demandas del cambio climático ayude a los países latinoamericanos a dar el salto necesario hacia la frontera del desarrollo. Los actuales patrones de actividad económica cambiarán. El cambio climático continuará teniendo efectos cada vez más serios sobre el comercio y el desarrollo en todo el mundo, pero especialmente en América Latina, lo que pone seriamente en peligro los medios de subsistencia de las personas, la productividad económica y la seguridad alimentaria.

Por otro lado, diversos productores de petróleo de América Latina están enfrentando los efectos generados por las transiciones energéticas mundiales, pues se espera que la demanda de combustibles fósiles se reduzca en el mediano a largo plazo. Dada la dependencia de la región en las exportaciones de petróleo, las consecuencias de la descarbonización pueden ser considerables.

Sin embargo, la presión mundial hacia la sostenibilidad puede traer considerables oportunidades para el comercio y la inversión en América Latina, siempre que se cuente con la visión y las políticas adecuadas. Para que los países latinoamericanos aprovechen “ventanas verdes de oportunidades”, es necesario que los Gobiernos — y también el sector comercial— realicen reformas adecuadas para apoyar las cadenas de suministro de energías renovables regionales, la producción de hidrógeno verde, las iniciativas de economía circular, los modelos de innovación basados en la biodiversidad, y métodos más sostenibles para la extracción de los minerales esenciales que son insumos clave para las tecnologías de bajas emisiones de carbono.

Varios países en toda la región están exhibiendo ambiciones climáticas cada vez más elevadas, éxitos impresionantes en términos de implementación de energías limpias, grandes ambiciones en torno a servicios de bajas emisiones de carbono, como también iniciativas pioneras de desarrollo basado en la biodiversidad. Sin embargo, queda mucho por hacer para aprovechar todo el potencial que las transiciones a energías limpias pueden tener para América Latina, como también para compensar las pérdidas de ingresos y de empleo previstas en el sector de combustibles fósiles. También queda mucho por hacer para establecer un vínculo entre la expansión de las energías renovables, la conservación de la biodiversidad, la explotación de los minerales esenciales y el desarrollo industrial y comercial de gran valor agregado en la región. Para lograr este objetivo, es necesario realizar transformaciones productivas de múltiples dimensiones en varios sectores interrelacionados. El fomento de la minería con un enfoque climático inteligente será necesario para respaldar la explotación con menos emisiones de carbono de los minerales esenciales que harán posible la implementación de energía limpia en la región, a la vez que potencialmente dará oportunidades para desarrollar cadenas de suministro regionales resilientes en torno a las tecnologías de

energía renovable. Los países latinoamericanos pueden aprovechar fuentes eléctricas limpias y asequibles no solo para descarbonizar la generación eléctrica, sino también como materia prima para el desarrollo de servicios de bajas emisiones de carbono competitivos y de gran valor agregado,

De igual manera, cuando se trata de la biodiversidad y de los ecosistemas naturales únicos de la región, usar como base los esfuerzos disponibles para capturar el valor comercial de los servicios ecosistémicos constituye una agenda clave para mirar hacia delante. Más allá del ecoturismo, es necesario que los sistemas de comercio de derechos de emisión de carbono sobrepasen las fronteras nacionales y continentales para que los mercados de carbono puedan emplearse como instrumento de negociación. Paralelamente, la bioinnovación constituye otra vía prometedora para capitalizar el valor comercial de la biodiversidad en América Latina, la que es un área emergente muy prometedora para futuras inversiones, *start-ups* y capital de riesgo.

Se necesita un gran nivel de coordinación de políticas a nivel tanto nacional como regional para fomentar el desarrollo de servicios de bajas emisiones de carbono competitivos y actividades de servicios ecosistémicos de gran valor agregado basadas en la biodiversidad. La cooperación regional también será esencial para el fomento de las cadenas regionales de suministro en torno a tecnologías de bajas emisiones de carbono, desde la extracción de minerales esenciales hasta la adición de valor de las energías renovables y los servicios de bajas emisiones de carbono, lo que permitiría a los proveedores locales y a las actividades de procesamiento en fase descendente incrementar considerablemente la producción a través de economías de escala, además de ofrecer oportunidades de diversificación, generación de empleos y desarrollo industrial.

En ese sentido, un Pacto Verde latinoamericano podría ofrecer un camino hacia adelante, al actuar como plataforma para la coordinación regional necesaria para potenciar las sinergias existentes entre varios países o regiones, ya que cada país de la región tiene diferentes fortalezas complementarias que pueden aprovecharse si los recursos y las políticas se emplean y coordinan de un modo adecuado. A pesar de ello, coordinar las políticas en la medida que se necesita a nivel regional para poner en marcha un programa de este tipo sigue enfrentando diversos obstáculos. Por otro lado, utilizar las iniciativas regionales existentes como base para construir y promover la firma de acuerdos bilaterales y/o multilaterales para fomentar las cadenas de suministro regionales en torno a los bienes y servicios de bajas emisiones de carbono también podría facilitar un paso hacia adelante.

Considerando las grandes oportunidades y desafíos para el futuro del comercio latinoamericano, queda más claro que nunca que los Gobiernos de la región, junto con sus socios de negocios e inversión internacionales, deben aumentar sus ambiciones y tomar medidas más enérgicas para adoptar modelos de desarrollo más verdes basados en el desarrollo de industrias de bajas emisiones de carbono.

Otras publicaciones de este autor

[Industrial Policy Can Rescue Latin America from its Commodities Trap](#). *Americas Quarterly*. 2022

[Learning from nature to reconcile economic upgrading with biodiversity conservation? Biomimicry as an innovation policy in developing countries](#). 2022

[Desigualdad y diversificación del comercio: ¿Cómo reducir la desigualdad de ingresos en América Latina, más allá del auge de las materias primas?](#) 2022

[Three Dimensions of Green Industrial Policy in the Context of Climate Change and Sustainable Development](#), with G. Anzolin, *European Journal of Development Research*, 33(2) 2021.

[The Multidimensional Indicator of Extractives-based Development \(MINDEX\): A new approach to measuring resource wealth and dependence](#). *World Development*, 147. 2021

[Are we measuring natural resource wealth correctly? A reconceptualization of natural resource value in the era of climate change](#). *UNU WIDER working paper series*, 2021.

[América Latina necesita una recuperación verde después del COVID-19](#). Blog de LSE LACC (Centro para Latinoamérica y el Caribe de LSE) (1 de septiembre de 2020)

[What resource-dependent countries may learn from athletes to diversify their economies](#), *LSE Blog*. 2020

[The political economy of moving up in global value chains: how Malaysia added value to its natural resources through industrial policy](#). *Review of International Political Economy*. 2020.

[From fiscal stabilization to economic diversification: the developmental management of resource revenues](#) With Ha-Joon Chang, *UNU WIDER working paper series*, 2020.

[Local-foreign technology interface, resource-based development, and industrial policy: how Chile and Malaysia are escaping the middle-income trap](#), with K Lee, C Pietrobelli - *The Journal of Technology Transfer*, 46. 2020.

[Local content in extractive industries: Evidence and Lessons from Chile and Malaysia](#), *The Extractive Industries and Society*. 7(2). 2019.

[Export Diversification in Chile since 1960: a free-market miracle or a free-market mirage?](#) *Development and Change*. 50(6) 2019.