



AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE

COLOMBIA

GRUPO BANCO MUNDIAL

INFORME SOBRE CLIMA Y DESARROLLO DEL PAÍS

Julio 2023



© 2023 Grupo Banco Mundial
1818 H Street NW, Washington, DC 20433
Teléfono: 202-473-1000; sitio web: www.worldbank.org

El presente documento fue elaborado por el personal del Grupo Banco Mundial con contribuciones externas. La expresión "Grupo Banco Mundial" hace referencia al Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), la Asociación Internacional de Fomento (AIF), la Corporación Financiera Internacional (IFC, por su sigla en inglés) y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA, por su sigla en inglés), organizaciones jurídicamente independientes.

El Grupo Banco Mundial no garantiza la exactitud, confiabilidad ni integridad del contenido de este documento, ni de las conclusiones o los juicios aquí presentados, y no acepta responsabilidad ni obligación alguna por omisiones o errores en el contenido (incluidos, entre otros, errores tipográficos y técnicos) ni por acciones derivadas de ellos. Las fronteras, los colores, las denominaciones y demás datos que aparecen en los mapas de este documento no implican juicio alguno, por parte del Grupo Banco Mundial, sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras. Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente un reflejo de la opinión de las organizaciones del Grupo Banco Mundial, de sus respectivos directores ejecutivos ni de los Gobiernos que representan.

El contenido de este documento tiene por objeto brindar información general únicamente y no pretende servir de asesoramiento jurídico, bursátil o de inversiones, ni de opinión relativa a la conveniencia de ninguna inversión, ni de solicitud de ningún tipo. Es posible que las organizaciones del Grupo Banco Mundial o sus afiliadas tengan alguna inversión o interés financiero en determinadas empresas y partes mencionadas en este documento o que les proporcionen otro tipo de asesoría o servicios.

Nada de lo que figura en el presente documento constituirá ni se considerará una limitación o renuncia a los privilegios e inmunidades de ninguna de las organizaciones del Grupo Banco Mundial, los cuales se reservan específicamente en su totalidad.

Derechos y autorizaciones

El material contenido en este trabajo está sujeto a derechos de propiedad intelectual. El Grupo Banco Mundial alienta la difusión de sus conocimientos y autoriza la reproducción total o parcial de este documento para fines no comerciales, en tanto se cite la fuente y se obtengan todos los demás permisos que sean necesarios para dicho uso (como se indica en el presente). El Grupo Banco Mundial no garantiza que el contenido de este documento no violará los derechos de terceros, y no acepta responsabilidad ni obligación alguna al respecto.

Toda consulta sobre derechos y licencias deberá enviarse a la siguiente dirección:

World Bank Publications,
The World Bank Group, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EE. UU.;
correo electrónico: pubrights@worldbank.org.

Siglas y abreviaturas	iii
Agradecimientos	iv
Resumen ejecutivo	v
Introducción	1
1. Desafíos y oportunidades de Colombia relacionados con el clima y el desarrollo	2
1.1. Colombia enfrenta importantes desafíos climáticos y de desarrollo, pero tiene posibilidades de cumplir sus metas	2
1.2. Los desafíos climáticos complican las perspectivas de desarrollo de Colombia	5
1.3. El actual modelo de desarrollo y crecimiento de Colombia limita su capacidad para enfrentar el cambio climático	9
1.4. La acción climática y los proyectos de desarrollo ofrecen oportunidades para Colombia	10
2. Los compromisos climáticos de Colombia y su implementación	12
2.1. El país ha establecido ambiciosos objetivos climáticos, anclados en un marco jurídico e institucional integral	12
2.2. La implementación de las medidas de adaptación presenta diversos desafíos, especialmente en el nivel descentralizado	13
2.3. Pese a que se cuenta con un marco sólido, persisten dificultades en la coordinación, la consistencia y la implementación	14
2.4. Colombia se encuentra a la vanguardia en la creación de condiciones que propician el financiamiento privado de iniciativas climáticas	16
3. Trayectorias hacia la resiliencia y la descarbonización	18
3.1. Paisajes sostenibles y productivos para la adaptación y la mitigación del cambio climático	18
3.1.1. La contención de la deforestación es la clave para resolver los desafíos que presentan la mitigación y la adaptación en Colombia.....	19
3.1.2. La ganadería y la producción agrícola deben efectuarse mediante prácticas climáticamente inteligentes para aumentar la productividad, generar mayor resiliencia y reducir las emisiones	23
3.2. Desarrollo de infraestructura para una transición resiliente y con bajas emisiones de carbono	25
3.2.1. Para garantizar que los avances de desarrollo en las regiones rezagadas sean sostenidos, se necesitan inversiones en infraestructura climáticamente resiliente.....	26
3.2.2. El sector del transporte requiere una gran transformación para alinearse con los compromisos de cero emisiones netas.....	29
3.2.3. El sector energético requiere inversiones en energía renovable, mejoras en la transmisión de electricidad y aumento de eficiencia	30
3.3. Un enfoque centrado en las personas para gestionar los impactos climáticos y la transición hacia bajos niveles de emisión de carbono	32
3.3.1. Se necesitan mejoras en los programas de protección social para proteger a los más vulnerables ante impactos climáticos	32
3.3.2. La transición hacia niveles bajos de emisión de carbono crearía empleos en términos generales, pero también aumentaría la vulnerabilidad de ciertos grupos de trabajadores.....	33
3.4. Una trayectoria representativa resiliente y cero neta (TRRCN) de Colombia para 2050	36
3.5. Necesidades de inversión y costos económicos de la trayectoria representativa resiliente y cero neta (TRRCN) de Colombia	38
4. Consecuencias macroeconómicas de las transiciones climáticas en Colombia	43
4.1. Para abordar las transiciones climáticas y alcanzar los objetivos de desarrollo será necesario movilizar recursos significativos en un entorno macroeconómico restringido.....	44
4.1.1. Las limitaciones impuestas por la posición externa y el ahorro nacional	45
4.1.2. Las limitaciones impuestas por la posición fiscal	46
4.1.3. Las limitaciones impuestas por el actual modelo de crecimiento y los retos estructurales	48
4.2. La transición climática y los objetivos de desarrollo de Colombia requieren la adopción de políticas para incrementar la productividad y las exportaciones, aumentar los ingresos e impedir que los costos de la transición afecten a los pobres.....	49

4.2.1. El aumento del precio efectivo del carbono y el incremento de los impuestos generales permitirían financiar la inversión climática pública, compensar la pérdida de ingresos por petróleo y carbón y proteger a los pobres del aumento de precio de los combustibles	49
4.2.2. A fin de crear el espacio macroeconómico adicional necesario para financiar la transición climática, se deberá aumentar la productividad laboral.....	52
4.2.3. Política macroeconómica orientada a promover la acción climática y el desarrollo.....	53
4.3. Financiar una trayectoria representativa resiliente y cero neta (TRRCN)	54
4.3.1. Las necesidades estimadas de financiamiento adicional	54
4.3.2. Desarrollo de instrumentos y mercados de financiamiento climático	55
4.3.3. La función del sector público en el direccionamiento de los fondos	57
4.3.4. La función del sector externo en el direccionamiento de los fondos	58
5. Resumen de las recomendaciones	59
Bibliografía.....	64

Siglas y abreviaturas

ACI	agricultura climáticamente inteligente
AIE	Agencia Internacional de Energía
APP	asociación público-privada
BND	banco nacional de desarrollo
CCDR	informe sobre el clima y el desarrollo del país
CDN	contribución determinada a nivel nacional
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
FARC	Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia
FDN	Financiera de Desarrollo Nacional
FINAGRO	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
FINDETER	Financiera de Desarrollo Territorial
FONSUREC	Fondo para la Sustentabilidad y la Resiliencia Climática
FVC	Fondo Verde para el Clima
GEI	gases de efecto invernadero
GW	gigavatios
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IFC	Corporación Financiera Internacional
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MANAGE	modelo de equilibrio general aplicado de mitigación, adaptación y nuevas tecnologías
MHCP	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
MtCO_{2e}	millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente
NAMA	acción de mitigación nacionalmente apropiada
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PIB	producto interno bruto
RCP	trayectoria de concentración representativa (Representative Concentration Pathway)
REDD+	reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático
SSP	trayectoria socioeconómica compartida (Shared Socioeconomic Pathway)
tCO_{2e}	toneladas de dióxido de carbono equivalente
TRRCN	trayectoria representativa resiliente y cero neta
UNDRR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
UTCUTS	uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura

Agradecimientos

Este informe sobre el clima y el desarrollo del país (CCDR, por su sigla en inglés) es un esfuerzo conjunto del Banco Mundial, la Corporación Financiera Internacional (IFC, por su sigla en inglés) y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA, por su sigla en inglés). Fue elaborado por un equipo principal dirigido por Julian Lee (especialista sénior en cambio climático, Banco Mundial), Paolo Dudine (economista sénior, Banco Mundial), Xavier Espinet Alegre (economista especializado en transporte, Banco Mundial), Ana María Torres (oficial sénior de Operaciones, IFC) y Pablo Salas (economista sénior, IFC). El equipo principal encargado de la redacción está conformado por Laura Higuera (consultora) y Taimur Samad (especialista principal en asuntos urbanos).

Las secciones principales contaron con la colaboración de Alexander Agosti, Javier Aguilar, Gabriel Aguirre, Daniel Bastidas, Lulit Beyene, Santiago Cardona, Leonardo Canon Rubiano, Martin Christensen, María Dávalos, Juan Echeverri, Roberto Estévez, Angélica Fernández, Rafael De Sá Ferreira, Esteban Ferro, Juan Gómez, Marek Hanusch, Shoghik Hovhannisyán, Ellin Ivarsson, Raquel Letelier, Claudia Marín, Penelope Mealy, Juan Monroy, Verónica Montalva, Ivonne Moreno, Ali Mostafavidarani, Mónica Parra, Fausto Patiño, Andrés Pinchao, Marcela Ponce, Maryan Porras, Marcela Portocarrero, Francisco Ramírez, Mariángela Ramírez, Haroldo Rodríguez, Luz Stella Rodríguez, Carolina Rogelis, Diana Rubiano, Lucía Salazar, Mariana Carolina Silva Zúñiga, Silvia Solano, Eirivelthon Santos, Carlos Senon, Andrea Sissa, Doris Suaza, Vladimir Tafur, Juan Toro, Carlos Vargas, Jeremy Veillard, Mariana Vijil, Dieter Wang y Xingjun Ye.

Asimismo, el CCDR recibió aportes de Camilo Álvarez-Espinosa, Marilly García, Alexandra Romo y Fabián Villalba, del Departamento Nacional de Planeación de Colombia (modelización de escenarios de impuesto al carbono); Daniela Zuloaga, de Arup Colombia (carreteras resilientes); Gastón Lestard, del Grupo Mercados Energéticos Consultores (sistemas eléctricos resilientes); Liliana Duica, de la Fundación Colombiana para el Desarrollo Sostenible (acaparamiento de tierras en la Amazonía), y Ricardo Delgado, Natalia Andrea Montoya, Ricardo Argüello, Luis Fernando Parra y Tomás González, del Centro Regional de Estudios de Energía (modelización de costos de inversión).

El equipo recibió retroalimentación detallada de los expertos evaluadores internos Ana Avilés, Garo Batmanian, Hans Beck, Fernando Blanco, Cecilia Briceño-Garmendia, Diji Chandrasekharan y Jia Li, y comentarios adicionales de Pablo Fajnzylber, Stéphane Hallegatte, Marek Hanusch, Daniel Navia, Nicolas Peltier y Alberto Rodríguez.

El CCDR se benefició del diálogo con el Gobierno de Colombia, en el que participaron representantes del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Transporte, el Departamento Nacional de Planeación, el Departamento de Protección Social, el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria y la Financiera de Desarrollo Nacional, así como del diálogo con la Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (Fedesarrollo) y con representantes del sector privado.

Este informe se elaboró bajo la orientación de Anna Wellenstein (Directora Regional de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial), Manuel Reyes-Retana (Director Regional Interino de IFC en México, Colombia, América Central y el Caribe), Merli Baroudi (Directora de Economía y Sostenibilidad de MIGA), Mark Thomas (Director a cargo de las operaciones del Banco Mundial en México, Colombia y Venezuela), Peter Siegenthaler (Gerente a cargo de las operaciones del Banco Mundial en Colombia), Elizabeth Marcano (Gerente a cargo de las operaciones de IFC en Colombia), Genevieve Connors (Gerente de Medio Ambiente para el Banco Mundial en América Latina y el Caribe) y Doerte Doemeland (Gerente de Macroeconomía, Comercio e Inversión del Banco Mundial en América Latina y el Caribe).

Además, María Ucrós y Jairo Bedoya realizaron tareas de comunicación y divulgación. María Caridad Gutiérrez, Dahiana Merizalde y Laura Ospina brindaron apoyo al equipo. La traducción y el diseño fueron realizados por la Unidad de Traducción e Interpretación del Departamento de Soluciones Institucionales Globales del Banco Mundial.

Resumen ejecutivo

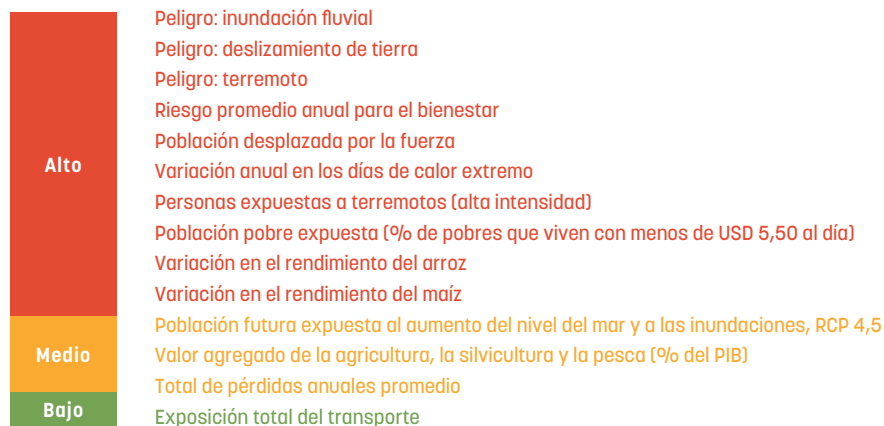
Mientras recorre un camino complejo hacia un futuro más rico y equitativo, Colombia enfrenta tres transiciones climáticas cruciales. En primer lugar, deberá transitar de una economía vulnerable al cambio climático a una economía resiliente ante dicho fenómeno. En segundo lugar, guiado por su estrategia climática a largo plazo y su sólido marco jurídico, que lo sitúan entre los líderes regionales en materia de objetivos climáticos en América Latina, el país deberá efectuar la transición hacia una economía de cero emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) en el contexto de su objetivo declarado para 2050. En tercer lugar, en un mundo que demandará cada vez menos los productos que Colombia más exporta (petróleo y carbón) y cada vez más productos con bajo contenido de carbono, deberá diseñar un esquema de transición como parte de su modelo económico.

El presente informe sobre el clima y el desarrollo del país (CCDR, por su sigla en inglés) analiza las oportunidades y desafíos de Colombia con respecto al cumplimiento de sus objetivos de desarrollo y sus ambiciosos compromisos climáticos, así como las relaciones entre ambos aspectos. Se analiza de qué manera el cambio y la acción climáticos afectarían el crecimiento y el desarrollo del país y, a su vez, de qué manera los desafíos en materia de crecimiento y desarrollo afectarían el logro de sus ambiciones climáticas. También investiga cómo la acción climática podría ayudar a Colombia a alcanzar sus objetivos de desarrollo, aprovechar las oportunidades, apoyar una transición justa e inclusiva, y proteger su economía contra los riesgos a largo plazo derivados del cambio climático y de la transición global hacia una economía con cero emisiones netas de GEI.

A pesar de los considerables avances que ha logrado desde 1990, el país aún enfrenta cuatro desafíos estructurales, y las medidas transformadoras que adopte al respecto determinarán su capacidad tanto para alcanzar sus ambiciosos objetivos de desarrollo como para sortear las transiciones climáticas. En primer lugar, el actual modelo económico colombiano se caracteriza por una baja productividad en los sectores más relevantes para la economía y un papel preponderante de los recursos naturales en las exportaciones. En segundo lugar, Colombia sigue siendo uno de los países más desiguales del mundo, con baja movilidad social y grandes disparidades entre las regiones. En tercer lugar, las instituciones colombianas tanto del sector público como del privado —en conjunto y comparadas con las de sus pares— carecen de capacidades de gestión y ejecución adecuadas y, en consecuencia, tienen una capacidad limitada para innovar. En cuarto lugar, Colombia sigue buscando una paz duradera e inclusiva basada en el acuerdo de paz de 2016, según el cual será necesario ampliar la seguridad, la infraestructura y los servicios básicos en las zonas de posconflicto. Diseñar un programa detallado de acción en torno a estos desafíos estructurales excede el alcance del presente documento, pero cabe señalar que la falta de medidas transformadoras en estas áreas elevará el costo y reducirá las probabilidades de efectuar exitosamente las tres transiciones climáticas mencionadas en el párrafo anterior.

El cambio climático complica las ambiciones de desarrollo de Colombia, y, si no se toman medidas de adaptación, los impactos climáticos previstos afectarán la pobreza y el crecimiento. Colombia enfrenta riesgos más altos que los países comparables (gráfico R 1). La frecuencia de los desastres relacionados con el clima viene aumentando en las últimas décadas, y las proyecciones climáticas sugieren que en el futuro cada vez más personas serán afectadas por inundaciones y deslizamientos de tierra, subirá el nivel del mar y la cantidad de días muy calurosos aumentará drásticamente. Estos cambios provocarán daños costosos a la infraestructura, interrupciones en la generación de electricidad, pérdidas de capital humano, impactos en la salud humana y en la productividad laboral, pérdidas agrícolas y riesgos financieros. Según los modelos realizados para este informe, cuando se consideran los daños al capital físico y la productividad, se concluye que, si no se realizan inversiones en adaptación, para 2050 el cambio climático reducirá el producto interno bruto (PIB) del país entre un 1,5 % y un 2,5 %, como mínimo. Las poblaciones pobres y vulnerables serán afectadas de manera desproporcionada, dado que el consumo de los hogares disminuirá más en la población rural que en la urbana, y las pérdidas salariales de los trabajadores informales serán dos veces mayores que las de los trabajadores formales.

GRÁFICO R 1. Colombia enfrenta riesgos más altos que los países comparables

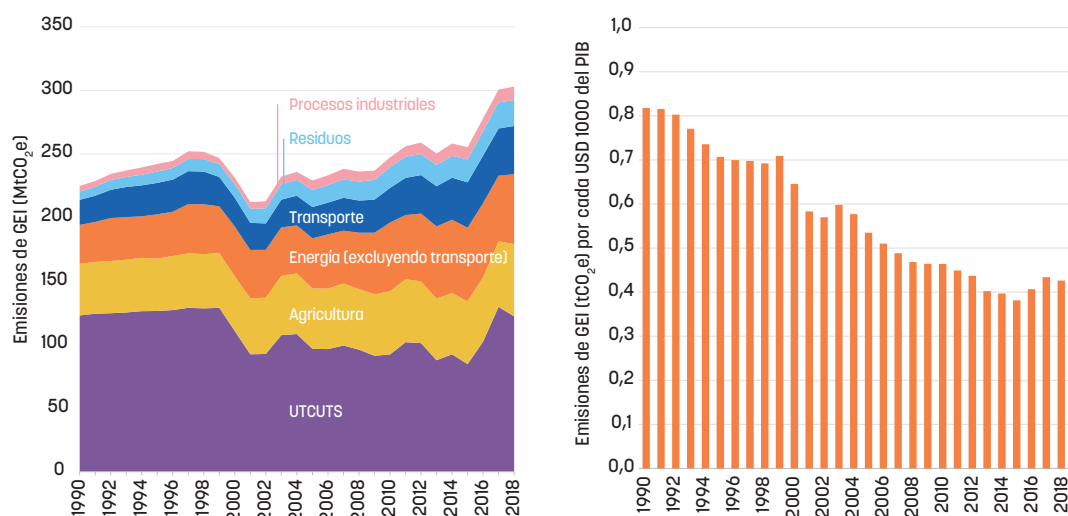


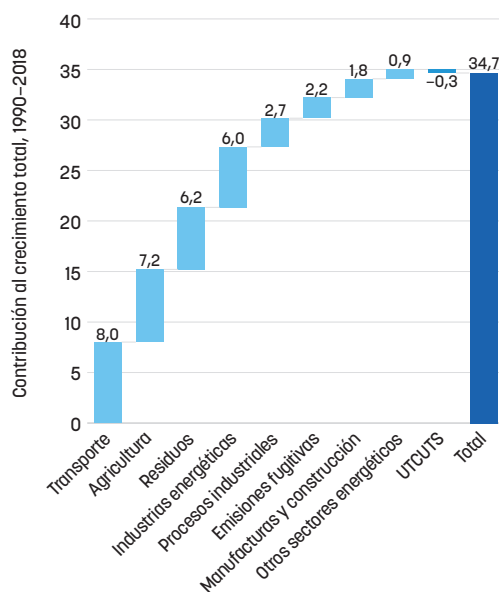
Fuente: Climate Analytics (2022); Kulp y Strauss (2019); Rentschler y Salhab (2020); Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) (2015); Banco Mundial (2022a, 2022d, 2022e)

Un aspecto igualmente preocupante es el riesgo económico derivado de la descarbonización global. Si bien el petróleo y la minería representan solo alrededor del 5 % del PIB de Colombia, el petróleo y el carbón dominan sus exportaciones. Para 2050, la disminución de la demanda mundial de petróleo y carbón podría costarle al país alrededor del 10 % de los ingresos por exportaciones, hasta el 6 % de sus ingresos gubernamentales y hasta el 8,2 % de su PIB, además de las pérdidas del PIB ocasionadas por los daños al capital físico y la menor productividad provocada por el cambio climático. La descarbonización global conllevará un impacto estructural y repercutirá en la implementación general de las políticas macroeconómicas y de desarrollo.

Las emisiones de GEI en Colombia se han desvinculado del crecimiento económico en términos relativos, pero han ido aumentando en términos absolutos. Colombia es el trigésimo segundo mayor emisor de GEI entre 193 países; sus emisiones representan el 0,57 % de las emisiones globales. Sus emisiones anuales per cápita, que ascienden a 5,4 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), lo sitúan en el puesto 92 a nivel mundial. Entre 1990 y 2018, las emisiones totales crecieron un 34,7 %, impulsadas principalmente por los sectores de transporte, agricultura, residuos y energía. Entre 2015 y 2018, esta dinámica se aceleró, impulsada fundamentalmente por el aumento de las emisiones en el sector del uso de la tierra, el cambio en el uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS). En 2018, este último sector representó el 40 % de las emisiones de GEI; la energía, el 31 % (del cual el 12,5 % correspondió al transporte), y la agricultura, el 19 % (gráfico R 2).

GRÁFICO R 2. Las emisiones totales de GEI de Colombia han ido en aumento, a pesar de que la intensidad de carbono de la economía ha venido disminuyendo





Fuente: Gobierno de Colombia (2022); Banco Mundial (2022e)

En Colombia, no existen tradeoffs entre la agenda climática y la agenda de desarrollo, y una trayectoria representativa resiliente y cero neta puede ayudar al país a alcanzar tanto sus objetivos climáticos como de desarrollo. Llevar a cabo las transiciones climáticas en Colombia no alteraría sus objetivos ni sus imperativos de desarrollo, más bien requeriría ampliar y profundizar las medidas necesarias para alcanzarlos. Colombia emprendería sus transiciones climáticas en un entorno externo y fiscal muy limitado y con perspectivas moderadas de crecimiento. Por ejemplo, el déficit en cuenta corriente ya es elevado. Esto significa que la descarbonización global requerirá que Colombia amplíe significativamente otras exportaciones si desea preservar la sostenibilidad externa sin una contracción económicamente dolorosa de las importaciones. También significa que el ahorro nacional deberá aumentar para absorber la inversión adicional necesaria para la acción climática. Independientemente de la descarbonización global, Colombia deberá aumentar los ingresos para satisfacer sus aspiraciones de desarrollo, tales como mejorar la calidad de la salud y la educación públicas, reducir la pobreza y la desigualdad, y promover la productividad y la diversificación económica. Por último, un mayor crecimiento permitiría respaldar la sostenibilidad de las políticas macroeconómicas. La descarbonización, los daños futuros ocasionados por el cambio climático y las necesidades de financiamiento derivadas de la acción climática hacen más urgente el imperativo de diversificar las exportaciones y la economía para aumentar los ingresos e impulsar el crecimiento.

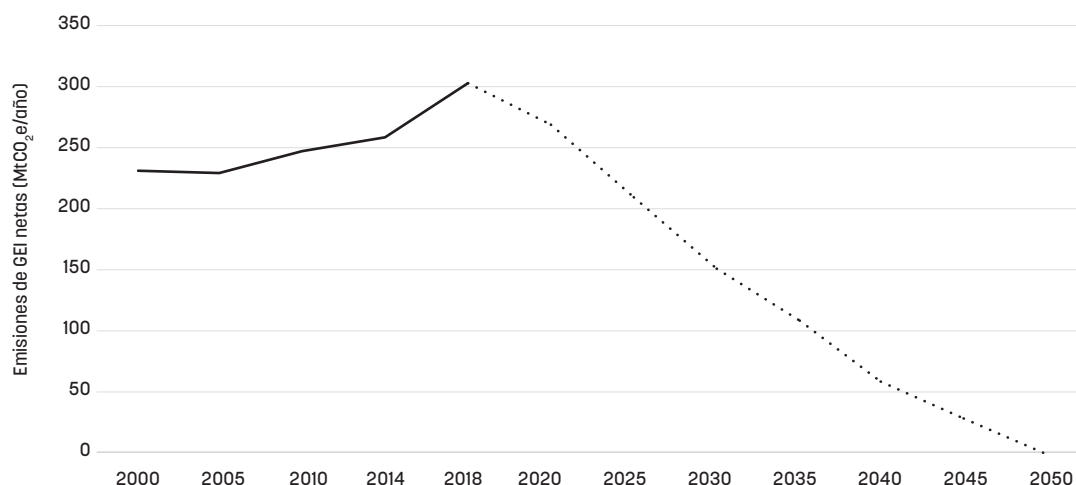
Si bien hay muchas estrategias posibles para alinear los objetivos climáticos y de desarrollo de Colombia, conviene seguir tres principios para desarrollar una de estas. Este informe analiza la viabilidad, los costos y los beneficios de una estrategia denominada "trayectoria representativa resiliente y cero neta" (TRRCN) (gráfico R 3), en consonancia con el compromiso ambiental del país para 2050. Los tres principios son los siguientes:

En primer lugar, la resiliencia y la capacidad de adaptación requieren de un enfoque que abarque toda la economía y haga hincapié en la protección de los grupos vulnerables. Sobre la base del sólido desempeño actual de Colombia en la gestión del riesgo de desastres, la TRRCN prioriza la adaptación en los sectores de transporte, energía y construcción, manteniendo la capacidad de adaptación y mitigación de los paisajes a través de la conservación y restauración de los bosques, impulsando la agricultura climáticamente inteligente (ACI) y haciendo más adaptativo el sistema de protección social.

En segundo lugar, si bien en teoría Colombia podría alcanzar su meta de cero emisiones netas para 2050, esto requeriría una mejora fundamental a corto plazo en la tendencia de las emisiones. La TRRCN proyectada en este CCDR sugiere que, para alcanzar la neutralidad en carbono a más tardar en 2050, se requerirá, para 2030, una meta de emisiones más ambiciosa que la establecida como contribución determinada a nivel nacional (CDN) para ese mismo año. Esto implicaría adoptar drásticas medidas de mitigación: en 2024 deberá limitarse la deforestación a 37 500 hectáreas al año; se deberán establecer sistemas ganaderos sostenibles a un ritmo de 2 millones de hectáreas al año, y para 2030 se deberán restaurar unos 5,6 millones de hectáreas de tierra. Asimismo, el 67 % de los autobuses públicos y el 55 % de los automóviles deberán ser eléctricos (en 2021 ninguno lo era); el 20 % del transporte de carga deberá ser ferroviario (cifra muy superior al 7 % registrado en 2021), y la generación de electricidad renovable deberá incrementarse un 8 % al año.

La mejora en las tendencias de las emisiones requeriría un gran esfuerzo a corto plazo en materia de políticas. Para sentar las bases de una implementación tan acelerada, Colombia debería centrarse en varias áreas clave, incluso después de 2030. En el sector del uso de la tierra, implicaría ampliar la administración y tenencia de esta, así como los derechos sobre ella en los puntos críticos de deforestación; aumentar la eficacia de la aplicación de la ley para frenar la apropiación de tierras, y reorientar el apoyo agrícola hacia la innovación verde. En el sector del transporte, las prioridades consistirían en alentar la adopción de vehículos eléctricos ampliando la infraestructura de carga y los incentivos económicos, y ejecutando todos los proyectos de transporte público, transporte no motorizado y transporte de carga multimodal que se están tramitando. En el sector energético resulta prioritario incentivar la electrificación del uso de la energía de los edificios y ampliar la generación de electricidad a partir de fuentes renovables.

GRÁFICO R 3. Para alcanzar su objetivo de cero emisiones netas en 2050, Colombia deberá reducir las emisiones en, al menos, un 3 % al año



Fuente: emisiones históricas (2000–2018): Gobierno de Colombia (2022); emisiones modeladas (2020–2050): Banco Mundial (2023e)

En tercer lugar, Colombia deberá garantizar una transición justa en el contexto de la descarbonización nacional y global, haciendo hincapié en la protección de las poblaciones más vulnerables y expuestas. Esto aplica especialmente a los trabajadores de los sectores del carbón y del petróleo, cuyos empleos y economías locales circundantes, respectivamente, estarán en riesgo. También se aplica a los pueblos indígenas y las comunidades locales que viven en áreas geográficas de importancia estratégica para la contención de la deforestación.

La acción climática necesaria para que Colombia logre sus objetivos tendrá costos considerables, pero no inalcanzables; dichas inversiones, además, también generarían beneficios económicos. Este CCDR estima que un paquete integrado de inversiones para promover la resiliencia y la neutralidad en las emisiones de carbono para 2050 requeriría USD 92 000 millones (en valor presente de 2023) en inversiones adicionales con respecto a un punto de referencia que no incluye objetivos climáticos (cuadro R 1). Estas inversiones adicionales representan el 1,2 % del PIB acumulado descontado de Colombia correspondiente al período 2030–2050. Las inversiones transformarían la manera de producir bienes y servicios y reducirían los costos de operación y mantenimiento en el país, lo que permitiría recuperar alrededor de un tercio de la inversión.

CUADRO R 1. Necesidades de inversión adicionales y costos económicos de la trayectoria representativa resiliente y cero neta (TRRCN) (en miles de millones de USD)

	2023-2030	2031-2050
ENERGÍA (sin incluir el transporte)		
Inversión adicional: generación de electricidad	1	4
Inversión adicional: transmisión	3	9
Inversión adicional: generación de H2	0	9
Inversión adicional: eficiencia y electrificación de los edificios y la industria	<+1	1
Inversión adicional: viviendas resilientes	<+1	0
Otros costos económicos: pérdidas operativas por sequías	-2	0
Otros costos económicos: operativos, de exportaciones e importaciones	>-1	7
Otros costos económicos: externalidad de la contaminación del aire	0	>-1
Otros costos económicos: pérdidas habitacionales por desastres	0	>-1
TRANSPORTE		
Inversión adicional: infraestructura (transporte masivo, carga y no motorizado)	11	20
Inversión adicional: carreteras resilientes	<+1	0
Inversión adicional: flota (camiones, automóviles y autobuses)	-1	-12
Otros costos económicos: energía y mantenimiento	-3	-11
Otros costos económicos: costo de las interrupciones	>-1	>-1
Otros costos económicos: contaminación del aire y acústica, tráfico y muertes por accidentes de tránsito	-1	-22
AGRICULTURA Y PAISAJES FORESTALES		
Inversión adicional: agricultura climáticamente inteligente, ganadería, silvicultura y conservación	19	17
Inversión adicional: agricultura resiliente y protección contra incendios forestales	<+1	0
Otros costos económicos: productividad y servicios ecosistémicos	-2	-39
Otros costos económicos: costos operativos y de mantenimiento	-1	-18
Otros costos económicos: pérdidas por desastres naturales	-1	-4
RESIDUOS		
Inversión adicional: infraestructura	4	3
Otros costos económicos: energía y materiales	>-1	-2
TOTAL DE INVERSIONES Y COSTOS ECONÓMICOS EN ESTOS SECTORES		
Costo económico neto	30	-37
	Incluye: inversiones adicionales	40
		52

Fuente: Banco Mundial (2023e)

Nota: todos los montos se descuentan utilizando una tasa del 6 %

Una acción climática tan ambiciosa también generaría beneficios económicos generales, ya que crearía empleos y reduciría la desigualdad. El aumento de la resiliencia climática y la descarbonización reducirían la contaminación del aire, la congestión del tráfico y la vulnerabilidad a las fluctuaciones en los mercados globales de energía, lo que generaría USD 7000 millones en beneficios económicos para 2050: a corto plazo (2023-2030) se generaría un costo económico neto de USD 30 000 millones, compensado por una ganancia neta a largo plazo (2030-2050) de USD 37 000 millones. Los modelos realizados para este informe sugieren que para 2050 la inversión climática adicional adecuada podría aumentar el PIB hasta un 2 %, si se comparan con un escenario en el cual no se hiciera esta inversión. El consumo de los hogares también aumentaría ligeramente, en mayor medida en los hogares más pobres que en los más ricos, de modo que las inversiones contribuirían a reducir la elevada desigualdad de base en Colombia.

Las necesidades de financiamiento adicional de los sectores público y privado ascenderán a entre el 1,1 % y el 1,5 % del PIB (cuadro R 2). Esto representará un nivel de inversión climática que es entre cinco y siete veces mayor que el destinado hasta la fecha. La inversión pública adicional relacionada con el clima ascendería a entre el 0,2 % y el 0,4 % del PIB. Esto se compara con un presupuesto anual de inversión pública que entre 2018 y 2022 fue, en promedio, del 4,2 % del PIB. Aumentar los precios del carbono para reducir las emisiones podría proporcionar suficientes recursos para pagar esta inversión. Sin embargo, a medida que la demanda mundial de petróleo y carbón disminuya, también lo harán los ingresos públicos relacionados. Además, dado

que los precios del carbono aumentarán los precios de la energía e, indirectamente, los de los bienes y servicios, el Gobierno necesitará realizar transferencias para compensar a los más vulnerables por sus pérdidas. Para compensar la pérdida de ingresos y el costo de las transferencias adicionales, otros impuestos deberían subir, y el gasto debería ser más eficiente. Las medidas para impulsar el crecimiento también ayudarían a crear margen fiscal para absorber estos costos.

En las condiciones adecuadas, entre 2023 y 2050, alrededor del 80 %, en promedio, de la inversión necesaria podría provenir del sector privado. La capacidad de movilizar capital privado depende de varios factores, en particular, de la estabilidad macroeconómica, las regulaciones sectoriales, los marcos de incentivos, la evolución del financiamiento climático y el nivel de capital paciente a largo plazo. Será necesario actuar en dos frentes. Para atraer capital privado, Colombia debe aprovechar sus conocimientos especializados en el uso de asociaciones público-privadas (APP) en el sector de infraestructura y asegurarse de contar con un marco regulatorio sólido e incentivos económicos para acelerar el uso de APP centradas en el clima, a través de acciones tales como: i) realizar una evaluación sistemática de los riesgos climáticos en APP, ii) desarrollar un sólido portafolio de proyectos con una asignación bien equilibrada del riesgo climático entre las partes interesadas de los sectores público y privado, y iii) elaborar nuevos productos financieros para superar los obstáculos del mercado, incluidos los vehículos de *blended finance*¹. Por otra parte, es necesario fortalecer la capacidad de innovación del sector privado ampliando los programas de apoyo a las empresas que promuevan la productividad y la innovación. Finalmente, se debe facilitar la adopción de nuevas tecnologías y habilidades, especialmente del exterior, donde se prevé que estará la frontera de la innovación tecnológica verde.

Para impulsar la acción climática privada, Colombia deberá continuar y profundizar sus esfuerzos por movilizar financiamiento privado. Las principales esferas de acción incluyen: i) aprovechar los marcos de taxonomía verde y de bonos verdes para ampliar el financiamiento climático para áreas estratégicas, como la ACI y la infraestructura con bajas emisiones de carbono; ii) mejorar los parámetros existentes e impulsar una mayor transparencia en la evaluación y divulgación de los riesgos financieros relacionados con el clima en los portafolios de inversión; iii) promover la divulgación, en toda la economía, del desempeño climático de las instituciones financieras aplicando normas internacionales, como la Norma de Divulgación de la Sostenibilidad; iv) incentivar a las instituciones financieras para que definan la gobernanza, la estrategia, las oportunidades, la gestión de riesgos y los sistemas de medición relacionados con el clima; v) desarrollar instrumentos de financiamiento climático nuevos e innovadores, entre ellos, estructuras de reducción de riesgos, productos financieros vinculados a la sostenibilidad, préstamos a empresas, préstamos para el financiamiento de proyectos, líneas de crédito renovable e instrumentos derivados que permitan a los prestatarios adecuarse a los diferentes perfiles de riesgo y rendimiento de los posibles inversionistas, así como las diversas capacidades de las empresas para aprovechar los mercados financieros; y vi) crear mercados de carbono. Estos esfuerzos ayudarían a generar condiciones igualitarias para que el sector privado pueda aportar todo su potencial de innovación e inversión y ayudar a Colombia a emprender la TRRCN.

CUADRO R 2. Una trayectoria ilustrativa para el financiamiento de los costos de la transición climática de Colombia

Rango de las necesidades de financiamiento adicional (en porcentaje del PIB)		
	2023–2030	2031–2050
Total: público + privado	1,5	1,1
Sector público (= A – B)	0,4	0,2
A) Costos de la transición climática	1,7	1,9
Pérdida de ingresos por petróleo y carbón	1,2	1,6
Inversión climática adicional	0,4	0,2
Seguridad social adaptativa	0,1	0,1
B) Recursos derivados de la reorientación de los ingresos y la disminución del gasto (netos)	1,3	1,7
Fijación del precio del carbono	0,7	0,7
Impuestos más altos	0,3	0,7
Aumento de la eficiencia del gasto y los subsidios	0,4	0,4
Compensación para los pobres	–0,1	–0,1
Sector privado (= C)	1,1	0,9
C) Inversión climática adicional	1,1	0,9

Fuente: estimaciones de los autores

¹Término en inglés para indicar finanzas combinadas público-privadas con elementos de concesionalidad.

Dado que el tiempo es un factor esencial para que Colombia alcance sus objetivos, se deben adelantar las inversiones. Alrededor de la mitad de estas deberán realizarse antes de 2030. Si bien el sector público tiene la capacidad de pagar parte de la inversión incrementando los ingresos, el aumento de la inversión privada también requerirá financiamiento a largo plazo, ya que, según las previsiones, la mayor parte de los rendimientos se materializarán después de 2030. Para movilizar inversiones públicas y privadas será necesario adoptar medidas en muchos frentes, que van desde recurrir a fuentes bilaterales, multilaterales y privadas de financiamiento climático, hasta reorientar subsidios que actualmente incrementan las emisiones de GEI, dirigiendo el financiamiento público hacia inversiones climáticamente inteligentes.

Si bien se espera que el impacto económico general de alcanzar los objetivos climáticos y de desarrollo sea positivo, las transiciones crearán desafíos para los sectores involucrados. El CCDR prevé que, durante la consolidación de la TRRCN, el PIB crecerá con respecto a un valor de referencia sin acción climática gracias a la gran necesidad de inversiones, al aumento de la eficiencia energética y de la productividad, y a la reducción de los costos operativos y de mantenimiento. Si Colombia cumple su objetivo de mitigación para 2030, se podrían llegar a sumar 347 000 empleos (o el 1,6 % del nivel de empleo de 2022) a la economía entre 2023 y 2030, y las inversiones en adaptación crearían nuevos puestos de trabajo. No obstante, el proceso de descarbonización del país tendrá ganadores y perdedores. En particular, se prevé que los puestos de trabajo disminuirán en las industrias del carbón y el petróleo y aumentarán en otros sectores.

Para alcanzar simultáneamente los objetivos climáticos y de desarrollo en Colombia, se requerirá un conjunto de políticas e inversiones específicas que respalden las metas sectoriales en el camino hacia las cero emisiones netas para 2050:

- 1. Paisajes sostenibles y productivos para la adaptación y mitigación del cambio climático.** Dado que el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra, la silvicultura y la agricultura representan el 59 % de las emisiones de GEI de Colombia, los sectores del uso de la tierra del país son fundamentales para la acción climática. Los paisajes intactos también son cruciales para la prestación de los servicios ecosistémicos en los que se basa la resiliencia climática. Se prevé que el cambio climático reducirá aún más la ya baja productividad agrícola mediante una combinación de calor, fenómenos meteorológicos extremos, escasez de agua e inundaciones. La deforestación es el principal generador de emisiones en el sector del uso de la tierra y, si no se reduce drásticamente la deforestación y no se amplían la restauración y la forestación, el cumplimiento de los compromisos climáticos de Colombia para 2030 y 2050 seguirá siendo inalcanzable. Para lograr un cambio transformador que permita pasar del uso extractivo de la tierra al uso sostenible y productivo haciendo hincapié en el control de la deforestación, la ACI y los sistemas ganaderos, se deben tener en cuenta las siguientes prioridades:
 - **Para reducir las emisiones provenientes del uso de la tierra y retener y restablecer la capacidad de adaptación de los paisajes en consonancia con los objetivos de mitigación de Colombia, se debería reducir rápidamente la deforestación a no más de 37 500 hectáreas por año, y para 2030 sería necesario reforestar 25 000 hectáreas de tierra, forestar 620 000 hectáreas y restaurar 5,8 millones de hectáreas.** El uso de la tierra —principalmente la contención de la deforestación, la restauración y la forestación— deberá representar el 52 % de las reducciones de emisiones de Colombia para 2030 y el 44 % para 2050. Para lograrlo se necesitarán reformas institucionales y de políticas que, por un lado, otorguen al Gobierno nacional un mayor control y un alcance más profundo en el territorio nacional, y, por el otro, simplifiquen la formulación y la implementación de políticas en las instituciones y los niveles de Gobierno. Esto también facilitaría la adopción de medidas que se requieren en múltiples frentes para monitorear y frenar el cambio en el uso de la tierra. Las prioridades, que se centran en el control de la deforestación, incluyen: i) lograr que la aplicación de la ley sea más eficaz; ii) controlar la apropiación de tierras, haciendo especial hincapié en las zonas de mayor deforestación; iii) invertir a gran escala en la producción sostenible y la restauración en zonas críticas de deforestación a lo largo de la frontera agrícola y en zonas ambientalmente estratégicas; iv) fortalecer el entorno para las inversiones en el uso sostenible y resiliente de la tierra creando incentivos para mejorar el control de la deforestación descentralizada; y v) mejorar la gobernanza institucional y comunitaria, especialmente en los pueblos indígenas y las comunidades locales.
 - **Para reducir las emisiones provenientes de la agricultura, en consonancia con los objetivos climáticos de Colombia, para 2030 se deberá hacer sostenible la producción de sistemas ganaderos que abarcan 16,3 millones de hectáreas, reducir la expansión de las zonas de pastoreo y el crecimiento de las cabezas de ganado, e intensificar de modo sostenible 3,2 millones de hectáreas adicionales de tierras agrícolas.** El sector ganadero, que representa el 14,8 % de las emisiones de GEI de Colombia, ocupa el 91 % de las tierras agrícolas del país y tiene importantes impactos en la capacidad de adaptación de los paisajes. Será importante que tanto el sector agrícola en su conjunto como el sector ganadero en particular sean más climáticamente inteligentes a gran escala. Esto implicará: i) reorientar el apoyo a la

agricultura para promover la innovación verde; ii) fortalecer el sistema de innovación agrícola para integrar la ACI y las tecnologías y prácticas de innovación ganadera; y iii) fomentar la innovación financiera para impulsar la adopción de tecnología y mejorar la gestión de riesgos. Además, la administración de tierras y el cumplimiento de la ley son importantes para evitar que el aumento de la productividad agrícola dé lugar a una mayor deforestación.

2. Infraestructura resiliente y con bajas emisiones de carbono. El sector de infraestructura es un segundo pilar crítico en la transición climática, tanto desde el punto de vista de la adaptación como de la mitigación. La infraestructura de Colombia es muy vulnerable al cambio climático, lo que tiene importantes efectos en la economía y en los medios de subsistencia. La energía representa el 31 % de las emisiones de GEI de Colombia, y el transporte por sí solo representa el 12,5 %. La aceleración de las inversiones en infraestructura resiliente y con bajos niveles de emisión de carbono generará importantes cobeneficios para toda la economía y la lucha contra la pobreza, ya que permitirá: i) abordar las deficiencias generales de infraestructura; ii) aumentar la productividad económica y el crecimiento a través de una mejor conectividad y el acceso a servicios de infraestructura asequibles, confiables y resilientes; iii) reducir la contaminación del aire y acústica; y iv) reducir la congestión vial y los accidentes de tránsito. Este CCDD presenta una agenda prioritaria sobre infraestructura resiliente y con bajas emisiones de carbono en los sectores del transporte, la energía y el agua.

- **Para reducir las emisiones derivadas de la producción de energía y desarrollar una red resiliente, a más tardar en 2030, entre otras cosas, la electricidad renovable debe alcanzar 24 gigavatios (GW) y se debe utilizar hidrógeno verde para generar, como mínimo, el 2 % de la energía industrial.** Las principales esferas de acción incluyen: i) desarrollar un sistema de generación, transmisión y distribución de electricidad resiliente al clima; ii) alinear las políticas, la planificación y las regulaciones del sector eléctrico con los objetivos de descarbonización; iii) aumentar la proporción de la generación de energía renovable; iv) aumentar la electrificación de los usos finales; v) aumentar la eficiencia energética; y vi) elaborar regulaciones para la producción y el uso de hidrógeno con bajas emisiones de carbono.
- **En el sector del transporte, para 2030, entre otras cosas, el 67 % de todo el transporte público y el 55 % de los automóviles deberán ser eléctricos; las ciclovías deberán cubrir 1750 kilómetros, y el 20 % del transporte de carga deberá ser ferroviario.** Las prioridades incluyen: i) invertir en caminos rurales resilientes frente al clima en regiones rezagadas; ii) fortalecer el marco regulatorio y el uso de los productos de financiamiento climático diseñados para incentivar la inversión privada en la adaptación de las carreteras primarias; iii) electrificar los sistemas de transporte público; iv) mejorar la asignación de riesgos y la bancabilidad de los contratos de concesión en el transporte urbano; v) continuar el cambio hacia las modalidades de transporte público y movilidad activa; vi) implementar proyectos de transporte multimodal de carga; y vii) elaborar un programa de políticas e inversiones para un sistema de transporte con camiones que genere bajas emisiones de carbono.
- **En el sector del agua, las prioridades incluyen:** i) aumentar la capacidad de adaptación invirtiendo en abastecimiento de agua, saneamiento y riego en regiones rezagadas; y ii) aumentar la resiliencia de los prestadores de servicios reduciendo la fragmentación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.

3. Una transición justa y centrada en las personas. Una transición equitativa y justa es una condición previa para garantizar que las medidas propuestas en el marco de los compromisos climáticos de Colombia maximicen su potencial de desarrollo y no profundicen las desigualdades. La acción climática ambiciosa, en conjunto, representa una gran oportunidad para generar beneficios económicos, crear empleos y reducir la pobreza, la vulnerabilidad y la desigualdad. No obstante, la agenda de acción climática propuesta en la CDN de Colombia, así como los factores exógenos que probablemente afecten la demanda de las exportaciones colombianas de petróleo y carbón, podrían tener un impacto negativo en determinadas poblaciones. Estos impactos pueden manifestarse, por ejemplo, a través de: i) la pérdida de puestos de trabajo en las industrias extractivas; ii) la reducción de los ingresos por regalías para las regiones en las que se encuentran dichas industrias; y iii) la reducción del consumo debido al aumento de los precios de los combustibles y de la energía, producto de la eliminación de los subsidios a los combustibles y la ampliación de la fijación del precio del carbono. Asimismo, los desastres climáticos suponen riesgos para las poblaciones vulnerables. Este informe recomienda un programa de acción prioritario para apoyar una transición justa y centrada en las personas:

- **En cuanto a la protección social:** para amortiguar los impactos de los fenómenos climáticos en los más vulnerables, Colombia debe lograr que su sistema de protección social sea más adaptativo mediante: i) el aumento de la cobertura y el monto de los beneficios; ii) la adaptación de los programas de inclusión productiva para que contemplen medidas de resiliencia climática; iii) la innovación en los programas de

protección social (desde la selección de los beneficiarios hasta la gestión de casos); iv) la creación de instrumentos de financiamiento contracíclicos y la reorientación de los recursos hacia las zonas propensas al riesgo de desastres climáticos, donde tienden a concentrarse las personas más pobres; v) el mejoramiento de los sistemas de alerta temprana y la interoperabilidad entre el registro social y el registro de gestión del riesgo de desastres; y vi) el fortalecimiento de la coordinación interinstitucional entre los sectores de protección social y de gestión del riesgo de desastres.

- **En cuanto a facilitar las transiciones laborales para los trabajadores de los sectores expuestos:** para amortiguar los impactos de la descarbonización a nivel nacional y global en el sector de los combustibles fósiles, Colombia debe elaborar programas de transición laboral y desarrollo económico que incluyan: i) poner en marcha programas de capacitación y recalcificación, ii) implementar transferencias compensatorias y programas de seguros, iii) diseñar programas para facilitar la reasignación de trabajadores, iv) promover la innovación en tecnologías verdes, y v) incentivar y facilitar los vínculos entre las empresas y las instituciones dedicadas a la investigación. Para orientar los programas de transición laboral se deben realizar análisis sociales y económicos sobre la diversificación relacionada con la eliminación gradual del carbón en departamentos vulnerables como los de Cesar, Boyacá y La Guajira.

Para llevar adelante una transformación que permita alcanzar las metas climáticas de Colombia serán necesarias mayor coordinación, mejores competencias e instituciones más sólidas. Si bien el país cuenta con una política, una estrategia y una arquitectura institucional sólidas para hacer frente al cambio climático, la acción climática permanece rezagada debido a factores institucionales y de coordinación. Dichos factores incluyen: i) rigideces en las modalidades de cooperación y coordinación interinstitucional; ii) incongruencias persistentes en las políticas de mitigación entre los instrumentos de planificación y retrasos en la planificación de la ejecución; iii) capacidad limitada para aplicar medidas de adaptación a nivel subnacional; y iv) marcos institucionales fragmentados en sectores clave para la acción climática, como el uso sostenible de la tierra. Para abordar estas limitaciones, Colombia debería adoptar las siguientes medidas:

- **En cuanto a la implementación de la estrategia climática:** i) mejorar la coordinación entre los organismos nacionales para garantizar la alineación de las políticas climáticas; ii) mejorar los mecanismos de colaboración entre el nivel central y los niveles descentralizados del Gobierno; iii) elaborar un programa integral de medidas para alcanzar las metas de la CDN; iv) elaborar planes de implementación detallados para todas las medidas de adaptación y mitigación con marcos de financiamiento relacionados; y v) monitorear el logro de la CDN y de la estrategia climática a largo plazo.
- **En cuanto a la implementación descentralizada de la adaptación:** i) impartir orientaciones técnicas y fortalecer la capacidad para garantizar la calidad de los instrumentos de planificación territorial; ii) incorporar la adaptación en la planificación territorial; iii) reforzar la coordinación entre el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) y el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres; iv) fortalecer la capacidad subnacional para implementar medidas de adaptación; v) realizar evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad, o actualizar las existentes, para orientar la planificación del Gobierno subnacional; vi) elaborar directrices y metodologías para ayudar a planificar la adaptación a nivel subnacional; y vii) elaborar proyectos tipo para la adaptación al cambio climático.

A fin de ejecutar este ambicioso programa climático y de desarrollo será necesario adoptar medidas coordinadas y transformadoras en múltiples dimensiones. En el plano fiscal, Colombia debe generar margen fiscal y, por lo tanto: i) recaudar más ingresos centrándose en aumentar el precio del carbono y ampliar su cobertura, y establecer al mismo tiempo pagos compensatorios para los colombianos más pobres; ii) eliminar de manera gradual y con la mayor rapidez posible los subsidios a los combustibles; y iii) mejorar la eficiencia del gasto (por ejemplo, racionalizando los subsidios a los servicios públicos). En el plano estructural, deberá acelerar el crecimiento aumentando la productividad y diversificando su base de exportaciones. Asimismo, deberá facilitar la incorporación de la tecnología y los bienes de capital necesarios para la transición climática.

Si bien las transiciones climáticas conllevarán impactos sociales y desafíos relacionados con la economía política, Colombia debería encarar esos problemas lo antes posible en lugar de postergar su resolución. El cambio económico estructural producirá resultados a mediano y largo plazo, por ejemplo, atrayendo capital hacia las zonas urbanas, lejos de la frontera de la deforestación. Pero para poner en marcha las transformaciones urgentes a corto plazo, que son necesarias para alcanzar los objetivos del país, este cambio estructural debe complementarse con intervenciones sectoriales y en toda la economía. En cada una de estas intervenciones se presentarán barreras institucionales, políticas y de implementación, por lo que será necesario apartarse considerablemente de las tendencias, los planes y las prácticas actuales.

Colombia tiene una oportunidad limitada en el tiempo para lograr que su economía sea más resiliente frente al clima y genere bajas emisiones de carbono. Esto no será fácil, pero traerá beneficios económicos, aumentará la productividad y ayudará a preservar la excepcional biodiversidad del país. Este CCDR estima que el costo total de las intervenciones necesarias para alcanzar dichos objetivos sería manejable. Esto se debe, por un lado, a que la gran base hidroeléctrica del país y su considerable potencial para seguir generando energía renovable permiten implementar una vía de mitigación a un costo comparativamente bajo, y, por el otro, a que una transición exitosa generará beneficios directos e indirectos que superan los costos. Asimismo, se argumenta que las medidas necesarias para acelerar el desarrollo de Colombia no se contradicen con las necesarias para abordar las transiciones climáticas, sino que las complementan. En otras palabras, el viraje hacia un modelo de crecimiento que se apoye más en la innovación, con prácticas de gestión más adecuadas, instituciones más capaces y mayor productividad, impulsaría el crecimiento y propiciaría la diversificación de las exportaciones, y al mismo tiempo reduciría la vulnerabilidad económica del país ante la descarbonización global, fomentaría la adopción de tecnologías más nuevas y verdes, y permitiría desacelerar la deforestación.

A pesar de que el costo total sería manejable, este CCDR reconoce que para movilizar los fondos necesarios se deberán introducir cambios profundos en el funcionamiento de la economía y que el sector privado deberá desempeñar un papel prominente. Sin duda, conviene realizar esos cambios. El éxito no solo significa reducir los impactos del cambio climático en la economía y la población de Colombia, cumplir su compromiso de lograr cero emisiones netas y abrirse paso en un mundo en el que la demanda de combustibles fósiles es significativamente menor, sino que también implica acelerar el desarrollo.

Introducción

En el presente CCDD se examinan las consecuencias del cambio climático y de la acción climática para los objetivos, prioridades y vías de desarrollo de Colombia. Se identifican oportunidades para que el país logre sus objetivos de desarrollo y sus compromisos climáticos a través de un conjunto coherente de políticas. Asimismo, se presenta una combinación de reformas de políticas sectoriales y de políticas que abarcan toda la economía, así como inversiones específicas en medidas de mitigación y adaptación a corto y mediano plazo diseñadas para lograr un desarrollo más rápido, inclusivo y ecológico. La idea es maximizar las sinergias entre los objetivos climáticos y de desarrollo, abordando al mismo tiempo la necesidad de buscar el equilibrio entre los objetivos de las políticas y los principales desafíos de la transición. El CCDD se divide en cinco secciones:

- La sección 1 se centra en el contexto del desarrollo de Colombia, lo que incluye sus prioridades, sus principales desafíos económicos, los riesgos generados por el cambio climático, los desastres y los esfuerzos de descarbonización nacionales y mundiales, así como las oportunidades que ofrece la transición climática.
- En la sección 2 se describen las políticas y los compromisos climáticos existentes, incluida la CDN de Colombia. Se incluye también una evaluación del marco institucional, las cuestiones relativas a la coordinación de políticas y las limitaciones de capacidad relacionadas con la implementación, en particular a nivel subnacional, para alcanzar las metas climáticas y de desarrollo en Colombia, y una evaluación de los avances del país en el financiamiento climático privado.
- En la sección 3 se analizan las trayectorias para lograr la resiliencia y la descarbonización. Tomando como base el compromiso de Colombia de lograr la resiliencia climática y la neutralidad en las emisiones de carbono a más tardar en 2050, se incluye un análisis exhaustivo de los desafíos y las oportunidades que se asocian al logro de los objetivos de mitigación y adaptación relacionados con: i) la gestión sostenible y productiva del paisaje y ii) el transporte, la energía y la infraestructura hídrica. Además, se analizan con mayor detalle los riesgos para una transición equitativa y justa, y se proponen medidas concretas para mejorar la resiliencia de las poblaciones y comunidades que pueden verse afectadas. Por último, se establece un modelo de trayectoria para que Colombia alcance sus objetivos de aumentar la resiliencia y lograr cero emisiones netas para 2050, y se evalúan los costos y beneficios financieros y económicos de hacerlo.
- En la sección 4 se analizan las consecuencias macroeconómicas de la transición climática. Se examina el entorno macrofiscal limitado y, dentro de estos parámetros, se consideran alternativas para mejorar la capacidad fiscal de financiar dicha transición. Asimismo, se evalúa el modelo de desarrollo actual y se proponen reformas y medidas estructurales de importancia crítica para fortalecer la capacidad de Colombia en la consecución de sus objetivos relativos a la transición. Finalmente, se proponen vías para financiar dicha transición.
- En la sección 5 se busca poner en primer plano los paquetes y medidas de políticas e inversiones a los que idealmente debería prestarse especial atención a corto y mediano plazo para que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y reducir los riesgos asociados al cambio climático mientras logra sus objetivos de desarrollo.

Este CCDD se basó en análisis nuevos y existentes del desarrollo y la acción climática en Colombia realizados por el Banco Mundial, sus asociados en la tarea del desarrollo, instituciones de investigación y organizaciones no gubernamentales.

1. Desafíos y oportunidades de Colombia relacionados con el clima y el desarrollo

Mensajes principales

- Colombia es un país de ingreso mediano alto que enfrenta importantes desafíos de desarrollo, entre ellos, la reducción de la pobreza y la desigualdad, la mejora de las instituciones y el mantenimiento de la paz.
 - El cambio climático representa una amenaza para su desarrollo, ya que puede exacerbar la desigualdad y la pobreza, provocar daños al capital físico y a la infraestructura, interrumpir la generación de electricidad, reducir la productividad laboral y el capital humano, y ocasionar pérdidas en la agricultura.
 - Dado que Colombia es un exportador de combustibles fósiles, la descarbonización de los socios comerciales podría tener efectos negativos en el empleo, el comercio y las cuentas fiscales debidos a la reducción de la demanda y de los precios de los combustibles básicos.
 - Colombia es líder regional en materia de establecer metas ambiciosas de mitigación del cambio climático, pero su capacidad de lograr resultados puede verse limitada por su actual modelo de desarrollo, que se caracteriza por la baja productividad (especialmente en la agricultura), escasa capacidad para controlar el uso de la tierra y la deforestación, una tasa de motorización en aumento y falta de alternativas de transporte, capacidad limitada para innovar, capacidad limitada de los Gobiernos descentralizados, limitación del espacio fiscal, alto grado de informalidad y escaso dinamismo de los mercados financieros.
-

1.1. Colombia enfrenta importantes desafíos climáticos y de desarrollo, pero tiene posibilidades de cumplir sus metas

Colombia es un país de ingreso mediano alto, pero, si bien su crecimiento ha sido estable, uno de sus principales desafíos de desarrollo consiste en elevar el potencial de crecimiento. Entre 2000 y 2019, Colombia registró un crecimiento anual estable del 3,8 % en promedio y avanzó en la reducción de la pobreza y en la mejora de los resultados en el ámbito del desarrollo humano. Aunque su desempeño en materia de crecimiento le permitió convertirse en un país de ingreso mediano alto en 2008, ello ha sido insuficiente para garantizar una convergencia significativa con países más ricos: desde 2000, su ingreso per cápita se ha mantenido estable en alrededor del 12 % del de Estados Unidos. En el marco de las políticas actuales, las perspectivas de convergencia futura son limitadas: el potencial de crecimiento viene mostrando una tendencia descendente desde 2015 y hoy se ubica en alrededor del 3,2 %. Esta cifra sigue siendo demasiado baja para aumentar significativamente el ingreso per cápita y alcanzar las condiciones de vida de otros países de mercados emergentes.

Además de la necesidad de acelerar el crecimiento, se destacan otros tres imperativos del desarrollo:

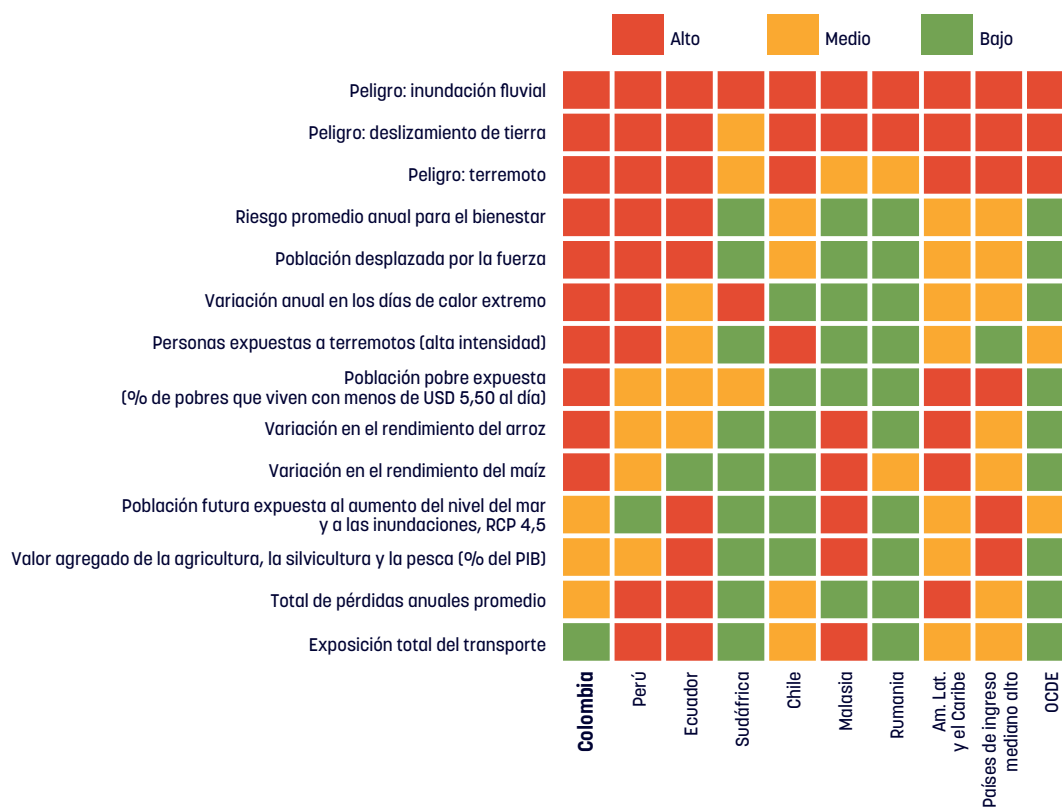
- » **Reducir la pobreza y la desigualdad.** Colombia es uno de los países más desiguales del mundo, dado que registra una movilidad social muy baja y grandes disparidades a nivel territorial (Banco Mundial, 2021b). Tras el aumento que se produjo en 2020 debido a la crisis de la COVID-19, la tasa de pobreza ha disminuido. Sin embargo, el 39 % de la población (más que en 2019) sigue siendo pobre, y la pobreza ha aumentado en las zonas rurales. La pobreza y la desigualdad son una oportunidad perdida para aprovechar plenamente el potencial de capital humano de la población y, por lo tanto, expandir la economía (Banco Mundial, 2005).
- » **Mejorar las instituciones en todos los niveles y en todos los sectores.** Por ejemplo, las prácticas gerenciales de las empresas colombianas son peores comparadas con las de otros países, lo que se traduce en menor capacidad para innovar (Banco Mundial, 2022h); alrededor del 60 % de las tierras rurales carecen de título formal de propiedad, lo que genera efectos negativos en el crecimiento agrícola y la productividad; los mercados financieros no satisfacen las necesidades de las pequeñas empresas y de los hogares de bajos ingresos; la informalidad es un fenómeno generalizado en el mercado laboral y en los sectores productivos, lo que limita el

acceso de los agentes económicos a los mercados, la información y el financiamiento; por último, la gestión de gobierno resulta deficiente en la mayoría de las dimensiones si se la compara con la de los países de ingreso alto (Banco Mundial, 2022h). En particular, los desafíos relacionados con la gestión de gobierno obstaculizan tareas clave como la contención de la deforestación.

- » **Mantener la paz.** Colombia ha estado sumida en conflictos durante la mayor parte de su historia moderna. Si el país hubiera estado en paz desde 1995, hoy el ingreso per cápita sería un 50 % más alto (Banco Mundial, 2015). El acuerdo de paz de 2016 abrió un espacio para abordar otras limitaciones de desarrollo del país. La resolución definitiva del conflicto y la aplicación de las disposiciones de reforma rural del acuerdo de paz de 2016 atraerían inversiones, impulsarían el crecimiento y reducirían la pobreza, especialmente en las zonas más afectadas por el conflicto (Banco Mundial, 2022h).

Al mismo tiempo, Colombia ya enfrenta importantes desafíos climáticos. Está muy expuesta a los desastres naturales. En este sentido, tiene una calificación elevada en 10 de 14 factores de riesgo diferentes, que incluyen distintos elementos de exposición, vulnerabilidad, riesgo e impactos futuros del cambio climático (gráfico 1.1). Asimismo, registra una de las tasas más altas de daños causados por desastres naturales y climáticos de América Latina², y las inundaciones y los deslizamientos de tierra son los desastres prevalentes y más frecuentes (Banco Mundial, 2021c). La exposición a los riesgos climáticos es generalizada: el 47 % del territorio enfrenta riesgos climáticos “altos” o “muy altos” (IDEAM, 2017); el 84 % de la población y el 86 % de sus activos están expuestos a dos o más tipos de desastre natural (Agwe et al., 2005; Banco Mundial, 2022c). Según el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP, 2021), los riesgos climáticos y de desastres representan, de lejos, el mayor pasivo contingente de Colombia, ya que podrían llegar a generar en la actividad económica un impacto equivalente al 4,4 % del PIB.

GRÁFICO 1.1. Colombia enfrenta riesgos más altos que los países comparables



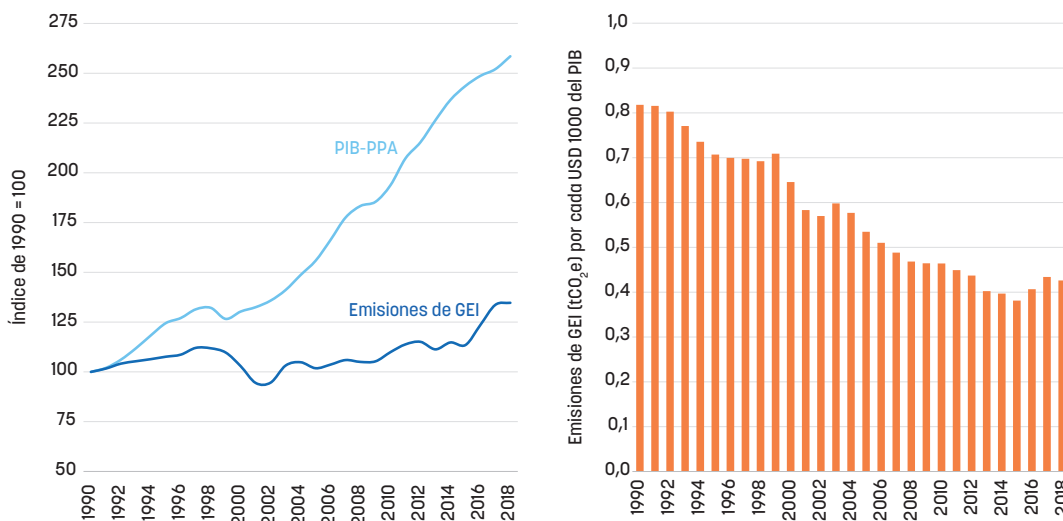
Fuente: Climate Analytics (2022); Kulp y Strauss (2019); Rentschler y Salhab (2020); Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) (2015); Banco Mundial (2022a, 2022d, 2022e)

Nota: los indicadores son una selección de factores que impulsan el riesgo. Los países se califican aplicando un enfoque de referencia basado en países similares y con aspiraciones. El color rojo (alto riesgo) indica que el país se encuentra en el tercil superior; el amarillo (riesgo medio), que se encuentra en el tercil medio, y el verde (riesgo bajo), que se encuentra en el tercil más bajo

² Colombia ocupa el segundo lugar en la región de América Latina en la categoría de peligros y exposición del índice de riesgo INFORM (Comisión Europea, 2022).

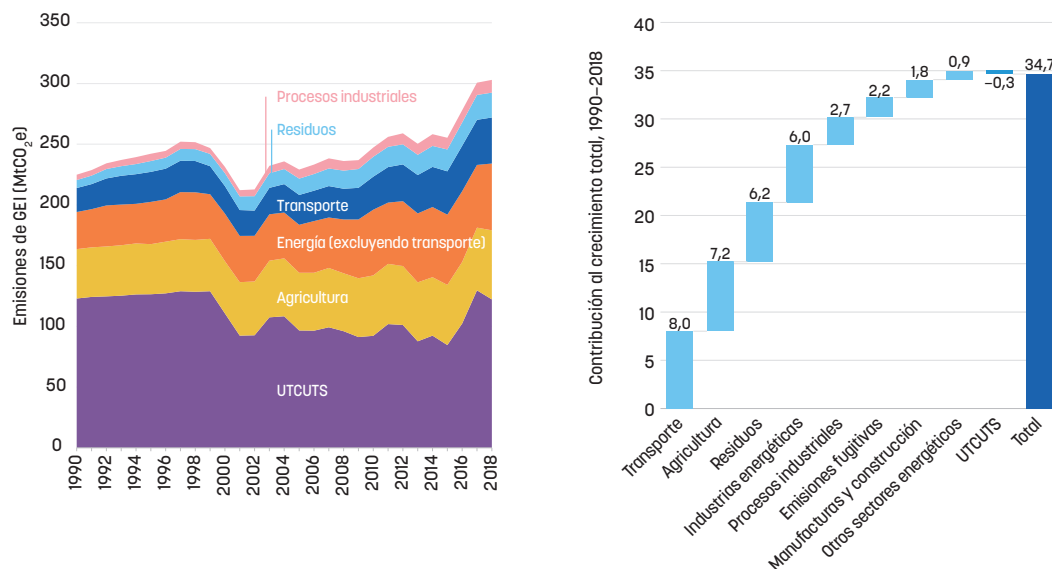
Las emisiones de GEI de Colombia han ido aumentando con el tiempo. Colombia es el 32.º mayor emisor de entre 193 países (Climate Watch, 2021), y sus emisiones de GEI representan el 0,57 % de las emisiones mundiales. Sus emisiones de GEI per cápita, que ascienden a 5,4 tCO₂e, lo ubican en el puesto 92 a nivel mundial (Climate Watch, 2021; Banco Mundial, 2022g). Las emisiones de GEI y el crecimiento económico se han desacoplado a lo largo del tiempo (gráfico 1.2), en consonancia con las tendencias regionales. Esto se debe, en parte, al aumento de la eficiencia energética en el transporte y la industria, a la disminución de la influencia de la industria en la economía y al aumento de la generación hidroeléctrica (Patiño, Alcántara y Padilla, 2021). Sin embargo, el crecimiento demográfico y el crecimiento económico llevaron a que entre 1990 y 2018 las emisiones totales de GEI se incrementaran un 34,7 %, de 225 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e) a 303 MtCO₂e, impulsadas principalmente por los sectores de transporte, agricultura, residuos y energía (gráfico 1.3). Entre 2015 y 2018, la dinámica se aceleró considerablemente, y las emisiones crecieron un 18,7 % en total, impulsadas sobre todo por el aumento de las emisiones procedentes del UTCUTS, que en conjunto representaron el 79 % del aumento total de las emisiones en ese período. En 2018, dicho sector representó el 40 % de las emisiones totales de GEI. La energía representó el 31 % (el transporte, que depende en un 96 % de combustibles fósiles, representó el 12,5 % y consumió el 40 % de la energía del país), y la agricultura, el 19 % (del cual el 78 % provino de la ganadería).

GRÁFICO 1.2. Si bien las emisiones de GEI y el crecimiento del PIB de Colombia se han desacoplado relativamente y la economía se ha vuelto menos intensiva en carbono...



Fuente: Gobierno de Colombia (2022); Banco Mundial (2022e)

GRÁFICO 1.3. ... las emisiones de GEI han aumentado de manera constante, impulsadas principalmente por el transporte, la agricultura, los residuos y la energía, y, más recientemente, por la deforestación



Fuente: Gobierno de Colombia (2022)

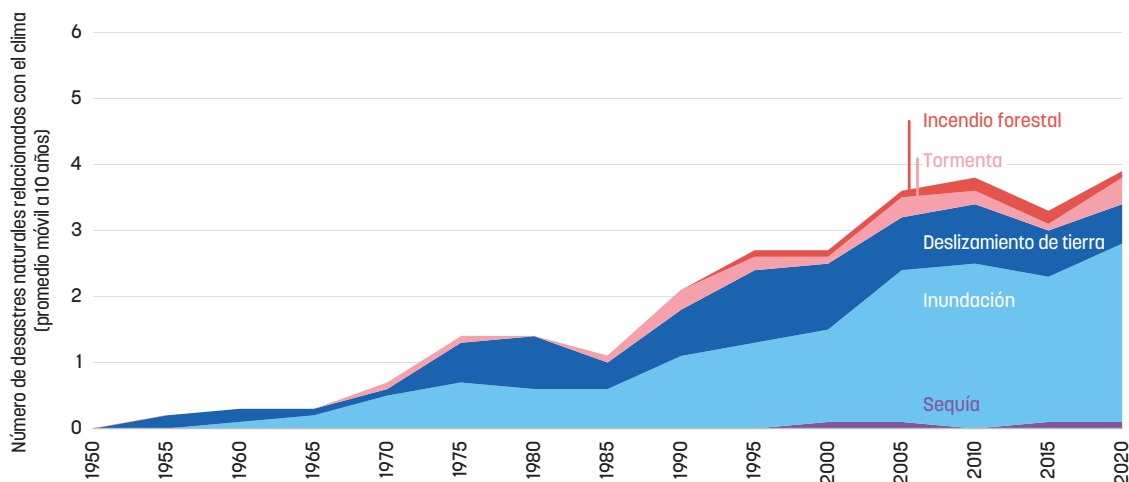
El Gobierno de Colombia tiene objetivos ambiciosos de desarrollo y acción climática. Colombia aspira a convertirse en un país de ingreso alto para 2040, eliminar las brechas socioeconómicas dentro de su población y aumentar la movilidad social, así como promover el desarrollo económico, social y ambiental (DNP, 2019; 2023). En el ámbito de la acción climática, ha incrementado el grado de ambición de su CDN, se comprometió a lograr cero emisiones netas de GEI para 2050, y firmó el Compromiso Mundial sobre el Metano y la Declaración de los Dirigentes de Glasgow sobre los Bosques y el Uso de la Tierra. Estos pasos y compromisos, sumados a una Estrategia de Largo Plazo, una ley de acción climática y una proporción ya elevada de generación de energía hidroeléctrica, proporcionan a Colombia condiciones iniciales favorables para su transición climática (sección 2).

1.2. Los desafíos climáticos complican las perspectivas de desarrollo de Colombia

Se espera que el cambio climático en Colombia genere un aumento de las temperaturas y una mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, así como mayores riesgos de inundaciones y daños sociales y económicos.

Los registros históricos muestran que la frecuencia de desastres relacionados con el clima ha aumentado en las últimas décadas (gráfico 1.4). Para 2050, el nivel del mar en las costas colombianas podría aumentar entre 26 cm (trayectoria de concentración representativa [RCP] 2,6) y 29 cm (RCP 8,5) (Banco Mundial, 2022b), y afectar así a más de 1 millón de personas. Además, se prevé que la temperatura media subirá de 24,97 °C en 2014 a entre 26,02 °C (trayectoria socioeconómica compartida [SSP] 2-4,5) y 26,21 °C (SSP 3-7,0) en 2050, y que el número de días muy calurosos (>35 °C) aumentará drásticamente de 13 al año en 2014 a entre 66 (SSP 2-4,5) y 77 (SSP 3-7,0) en 2050 (Banco Mundial, 2022b). Incluso si las temperaturas medias en Colombia aumentaran 1,5 °C, la población afectada por las inundaciones se duplicaría o triplicaría (IPCC, 2022). Durante el mismo período, la cantidad de días de precipitaciones muy intensas (>20 mm) aumentará levemente de 21,21 a entre 21,44 (SSP 2-4,5) y 21,67 (SSP 3-7,0). Esto estará acompañado por grandes variaciones regionales, y las precipitaciones aumentarán en la cuenca del Amazonas colombiano y las zonas costeras, pero disminuirán en el altiplano (Banco Mundial, 2021c).

GRÁFICO 1.4. La cantidad de desastres naturales relacionados con el clima en Colombia viene aumentando constantemente



Fuente: Guha-Sapir, Below y Hoyois (2022)

Nota: los desastres naturales relacionados con el clima incluyen los fenómenos climatológicos, hidrológicos y meteorológicos

Estos cambios, actuales y previstos, constituyen un obstáculo para alcanzar los objetivos de desarrollo de Colombia, principalmente a través de los siguientes canales:

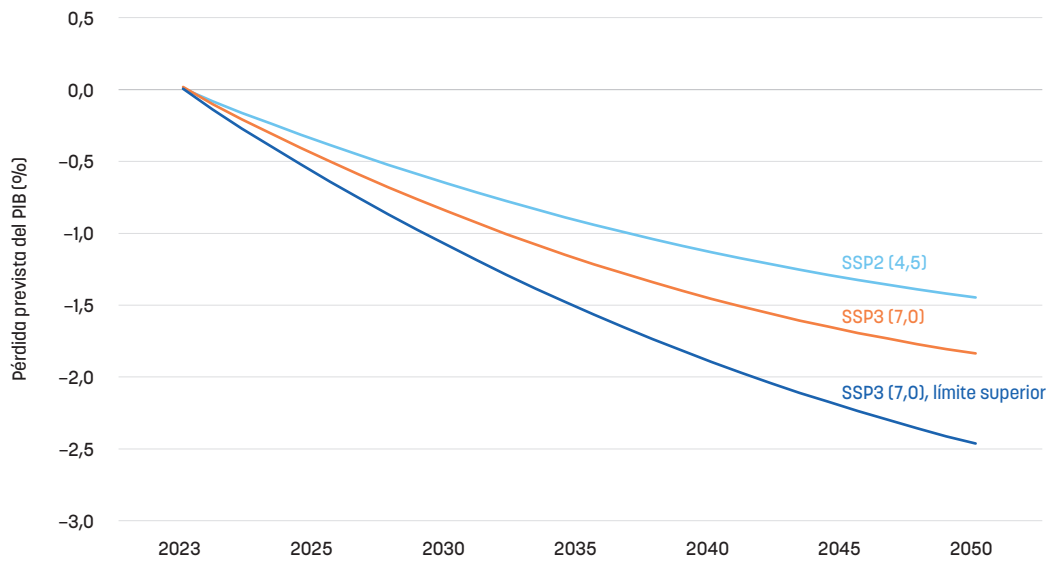
- » **Daños a la infraestructura.** La infraestructura de transporte es muy vulnerable a los desastres climáticos, que suelen interrumpir las cadenas de suministro de alimentos y productos básicos, el acceso a los mercados y la conectividad de los pasajeros. Entre 1970 y 2020, los daños a la infraestructura y la pérdida de actividad económica en corredores clave causaron, en conjunto, pérdidas estimadas en USD 7100 millones. Durante el fenómeno La Niña de 2010-2011, los cierres y desvíos de caminos causaron pérdidas por aproximadamente USD 222 millones. Alrededor del 23 % de todos los hogares colombianos aún viven en casas hacinadas y precarias (DANE, 2022c) que son altamente vulnerables a los impactos climáticos. El Gobierno estima que para 2050 los daños provocados por inundaciones y huracanes en las viviendas representarán el 7,5 % del presupuesto nacional anual asignado a la vivienda en 2021 (Gobierno de Colombia, 2021).

- » **Interrupción de la generación de electricidad.** La energía hidroeléctrica genera el 70 % de la electricidad de Colombia, por lo que el suministro eléctrico es sumamente vulnerable a la variabilidad climática. Durante períodos de condiciones hidrológicas normales, la generación de energía hidroeléctrica puede satisfacer alrededor del 85 % de la demanda de electricidad. En cambio, durante los períodos secos, como El Niño de 2009–2010 y 2015–2016, fue necesario utilizar fuentes de generación térmica para cubrir al menos el 50 % de la demanda, lo que dio lugar a elevados costos de generación, tarifas extremadamente altas y un nivel considerable de emisiones de GEI (Planas y Cárdenas, 2019).
- » **Pérdidas de capital humano y menor productividad laboral.** El aumento del estrés térmico, la alteración del alcance, la estacionalidad y la distribución de enfermedades transmitidas por vectores (como el paludismo, el dengue, el zika y la chikungunya), la contaminación atmosférica y las enfermedades respiratorias asociadas, así como las enfermedades transmitidas por el agua (como el cólera y la diarrea) afectarán la salud de los colombianos y agravarán la manifestación clínica de las enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades no transmisibles (Banco Mundial, 2021c). Se estima que en 2030 el estrés térmico causará la pérdida de horas de trabajo equivalentes a 223 000 empleos de tiempo completo (OIT, 2019) y reducirá las habilidades de aprendizaje de los niños, especialmente cuando no se disponga de aire acondicionado. Se estima asimismo que los dos principales resultados de salud relacionados con la temperatura, es decir, los casos de emergencias cardiovasculares y respiratorias atendidas en hospitales, aumentarán de alrededor de 85 000 por año en el período 2010–2019 hasta 381 000 en el período 2020–2039, y que los mayores impactos se producirán en las ciudades costeras (Banco Mundial, 2022e).
- » **Pérdidas agrícolas.** Las conmociones climáticas ya han causado una disminución del 20 % en la producción de leche y pérdidas de hasta el 60 % en los ingresos totales de los ganaderos en algunos años (Banco Mundial, 2021). Se prevé que el cambio climático acentuará aún más la ya baja productividad en un sector que sigue siendo importante para el empleo. Es probable que para 2050 el 80 % de los cultivos sean afectados en más del 60 % de las zonas de cultivo actuales, y que ello tenga un impacto particularmente grave en los cultivos perennes de alto valor (Ramírez-Villegas *et al.*, 2012).
- » **Aumento de los riesgos financieros.** Las crisis climáticas aumentarán los riesgos para el sector financiero. Por ejemplo, aproximadamente el 6,5 % del total de la exposición de la cartera de préstamos de los bancos corresponde a municipios que presentan un riesgo elevado de inundaciones. Al mismo tiempo, las políticas y los cambios tecnológicos necesarios para lograr una economía más verde aumentarán los riesgos de la transición. Estos cambios podrían redundar en activos varados en sectores o empresas asociados a altas emisiones de GEI y afectar el valor de otros activos financieros no relacionados con el carbono. Alrededor del 20 % de los préstamos otorgados por los bancos colombianos a empresas corresponde a sectores sumamente sensibles a las transiciones, como la generación de electricidad, el transporte, la industria pesada, la agricultura y los combustibles fósiles. Un conjunto más amplio de sectores y activos es vulnerable a causa de los efectos en la cadena de valor. Por ejemplo, solo entre el 2 % y el 4 % de los daños económicos posteriores a los desastres cuenta con cobertura de seguro, lo que aumenta el riesgo crediticio de los bancos que financian a los prestatarios que están expuestos a situaciones de desastre (Reinders *et al.*, 2021).

Según estimaciones conservadoras, para 2050 los canales explorados en este CCDR reducirán el PIB anual real entre un 1,5 % y un 2,5 %. El Gobierno estima que las pérdidas anuales promedio debidas a los riesgos climáticos oscilarán entre USD 1100 millones y USD 1200 millones (alrededor del 0,3 % del PIB de 2023 en valor actualizado), cifras que superan los USD 833 millones previstos en caso de que no se produzcan otros daños climáticos en el futuro (Gobierno de Colombia, 2021). En la modelización basada en el modelo de equilibrio económico general aplicado de mitigación, adaptación y nuevas tecnologías (MANAGE, por su sigla en inglés) —el modelo de equilibrio general computable, dinámico y recursivo para un país, creado por el Banco Mundial—, se estima que para 2050 las pérdidas de rendimiento provocadas por el clima en la agricultura, el aumento de las inundaciones fluviales, la menor productividad laboral y las pérdidas de capital físico podrían costar entre el 1,5 % y el 2,5 % del PIB (gráfico 1.5). La acumulación de estos valores entre 2023 y 2050 equivaldría a perder casi un PIB anual. Según las estimaciones, para 2050 estas pérdidas reducirán los ingresos de los hogares y el consumo familiar entre un 2,1 % y un 3,1 % (gráfico 1.6).

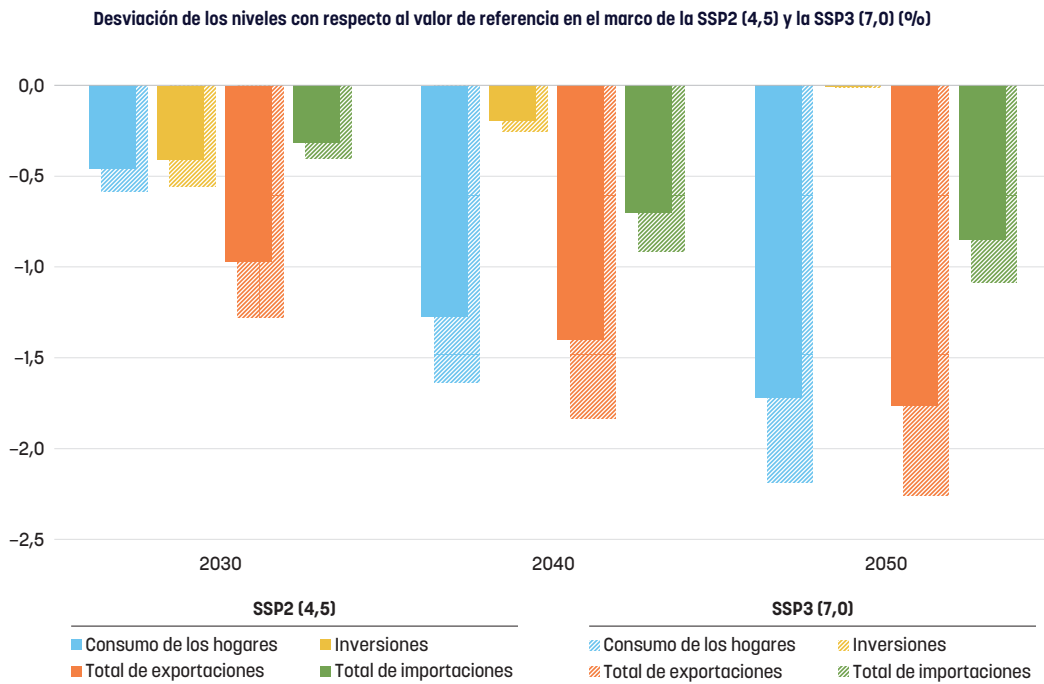
Las crisis climáticas y las pérdidas económicas descritas anteriormente exacerbarán la desigualdad y la pobreza. Para 2030, las graves perturbaciones hidrometeorológicas podrían disminuir el bienestar de alrededor de 3 millones de personas que ya son pobres y viven en regiones más pobres (Dávalos *et al.*, 2023). En el análisis realizado para este informe se estima que para 2050 las pérdidas de consumo podrían ascender al 2 % en el caso de los hogares urbanos y al 3 % en el caso de los hogares rurales (gráfico 1.7).

GRÁFICO 1.5. El cambio climático provocaría pérdidas del PIB



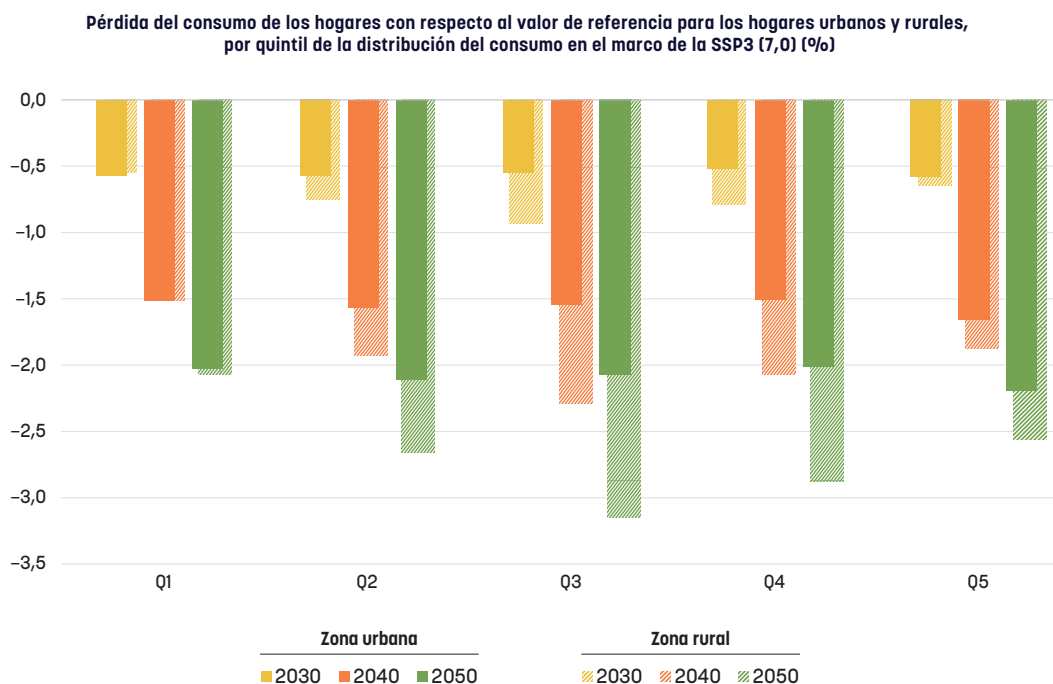
Fuente: estimaciones del personal del Banco Mundial realizadas con el modelo MANAGE a partir de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

GRÁFICO 1.6. El cambio climático reduciría todos los componentes del PIB



Fuente: estimaciones del personal del Banco Mundial realizadas con el modelo MANAGE a partir de datos del DANE

GRÁFICO 1.7. El cambio climático reduciría en mayor medida el consumo de los hogares rurales



Fuente: estimaciones del personal del Banco Mundial realizadas con el modelo MANAGE a partir de datos del DANE

Además de los riesgos económicos derivados del cambio climático, es probable que la descarbonización de los socios comerciales afecte el equilibrio comercial y fiscal de Colombia a través de dos canales:

- » **Reducción de la demanda y de los precios de los hidrocarburos, especialmente el carbón y el petróleo.** En 2019, el sector de hidrocarburos de Colombia (carbón, petróleo y gas) generó el 10 % de los ingresos fiscales del Gobierno central (ACP, 2021) y el 56 % de las exportaciones totales (DANE, 2021b). La probable descarbonización a largo plazo de los socios comerciales de Colombia podría reducir tanto la entrada de divisas como los ingresos fiscales (sección 4) y aumentar los riesgos de la transición para el sector financiero (Reinders *et al.*, 2021), además de poner en riesgo el empleo (sección 3.3.2).
- » **Promulgación de regulaciones comerciales relacionadas con el clima.** El Reglamento de Deforestación de la Unión Europea podría causar un perjuicio de aproximadamente USD 1000 millones a las exportaciones de Colombia (sobre todo las de café, aceite de palma, carne vacuna y cacao), es decir, alrededor del 2,5 % del total de las exportaciones de bienes, por lo cual será necesario invertir en sistemas de trazabilidad para mantener la participación en el mercado.

La transición hacia una economía que produce y utiliza menos hidrocarburos aumentará las desigualdades regionales y reducirá la capacidad local para financiar obras de infraestructura. En 2019, el sector de los hidrocarburos proporcionó alrededor de 107 000 empleos, principalmente en los departamentos de Cesar, La Guajira, Bogotá, Boyacá y Santander, y los empleos directos representaron casi el 30 % de este total (MME, 2020). En los departamentos de Cesar y La Guajira, la industria carbonífera aportó el 40 % y el 38 % del PIB regional, respectivamente (DANE, 2021a). Las regiones productoras de petróleo y carbón reciben regalías, que los departamentos y municipios utilizan para financiar proyectos de infraestructura vial, escuelas y hospitales. Si la producción disminuye, habrá menos recursos para estos proyectos. En general, se estima que para 2050 la descarbonización mundial costará alrededor del 8,2 % del PIB, a lo que se suman los costos directos derivados del cambio climático³.

³ En el resto del documento, se supone que la descarbonización mundial es producto de reducciones de emisiones exitosas y, por lo tanto, el resultado de la SSP2-4,5.

1.3. El actual modelo de desarrollo y crecimiento de Colombia limita su capacidad para enfrentar el cambio climático

Hasta ahora, Colombia ha basado su crecimiento en la acumulación de factores de producción (trabajo y capital) más que en el aumento de la productividad agregada de la economía, y no ha aprovechado la innovación, la inversión ni las exportaciones para impulsar el crecimiento y aumentar la prosperidad (Banco Mundial, de próxima aparición). El país ha logrado mantener un entorno macroeconómico estable y propicio para el crecimiento. Sin embargo, la productividad agregada de la economía y la capacidad de las empresas son bajas; la infraestructura es insuficiente y de mala calidad⁴. La economía sigue relativamente cerrada al comercio, y las exportaciones están fuertemente concentradas en las industrias extractivas. Cabe aclarar que Colombia no es una economía petrolera, sino una economía con petróleo (y carbón). Entre 2010 y 2022, los sectores del petróleo y la minería aportaron en promedio tan solo el 5,4 % del PIB total, menos que la agricultura (6,1 %). Pese a esto, dado que Colombia comercia muy poco, el petróleo y la minería son la principal fuente de divisas y los sectores que más atraen la inversión extranjera directa.

Además, la transformación estructural de la economía ha sido lenta: el 16 % de la fuerza laboral sigue trabajando en la agricultura, y dos tercios en los servicios (principalmente en sectores de bajo valor agregado) (DANE, 2021c). Por otra parte, la proporción del empleo en la industria se ha mantenido estancada desde el cambio de siglo, lo que pone de manifiesto la incapacidad del sector manufacturero para expandirse. También existe una baja competencia en los mercados de bienes y servicios, finanzas e información. El uso de la tierra es ineficiente⁵, la deforestación es persistentemente alta, la productividad agrícola es baja y el consumo de energía depende de los combustibles fósiles⁶ a pesar de que existe una matriz de generación de electricidad relativamente limpia⁷. Si bien el país está muy expuesto a los peligros naturales, carece de infraestructura resiliente y cuenta con un sistema de protección social que no es lo suficientemente adaptativo para prevenir o mitigar rápidamente la exposición a los riesgos del cambio climático.

El modelo de desarrollo de Colombia limita de varias maneras la capacidad del país para enfrentar el cambio climático, entre estas:

- » **Baja productividad agrícola y debilidad de las instituciones relacionadas con el uso de la tierra.** La mitigación de los GEI dependerá de que se logre revertir la deforestación, impulsada en gran parte por la actividad agrícola y la apropiación de tierras que esta conlleva (sección 3.1).
- » **Tasa creciente de motorización y escasas alternativas al transporte por carretera.** El sector del transporte se enfrenta al doble desafío de reducir sus emisiones y generar resiliencia climática para garantizar la conectividad y el acceso. La antigüedad promedio de los camiones en uso (sumamente alta), la ineficiencia en las operaciones y la escasísima participación del transporte ferroviario y fluvial dan como resultado niveles elevados de emisiones y altos costos de transporte, así como escasa seguridad vial. Adicionalmente, la tasa de motorización aumenta con rapidez (sección 3.2.2).
- » **Capacidad limitada para innovar y adoptar nuevas tecnologías.** Para lograr la mitigación y la adaptación será necesario incorporar nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia energética en la producción de bienes y servicios, introducir prácticas agrícolas climáticamente inteligentes y desarrollar energías renovables no convencionales, entre otras cosas. Por ejemplo, si bien Colombia ha sido precursora de la movilidad eléctrica en América Latina, aproximadamente el 71 % de su parque automotor funciona con gasolina, el 28 % funciona con diésel, y solo el 0,3 % utiliza tecnologías limpias. Los sectores público y privado deben trabajar juntos para crear los incentivos adecuados y brindar acceso al financiamiento, de modo que las empresas puedan innovar y adoptar sistemas de producción más limpios y eficientes.
- » **Escasa capacidad de los Gobiernos locales y deficiencias en la gobernanza.** Los Gobiernos subnacionales representaron el 51 % de la inversión pública destinada a iniciativas de adaptación en 2021. No obstante, a menudo tienen dificultades para diseñar y ejecutar proyectos de inversión, lo que se refleja en las bajas tasas de ejecución de los presupuestos vinculados a la adaptación al cambio climático, por ejemplo, la gestión del riesgo de desastres

⁴ En el Informe sobre la competitividad mundial, la infraestructura general del país ocupó el puesto 81 de un total de 141 países, y la calidad de la infraestructura vial (puesto 104) y la conectividad vial (puesto 97) fueron los aspectos más problemáticos (WEF, 2020).

⁵ La tierra está siendo drásticamente sobreexplotada por el sector ganadero y drásticamente subutilizada en el caso de la agricultura, la agrosilvicultura y las actividades silvopastoriles (UPRA, 2014).

⁶ El 70 % de la energía consumida se genera a partir de combustibles fósiles (UPME, 2020).

⁷ En 2019, la producción de electricidad provino principalmente de energía hidroeléctrica (72 %), mientras que las energías renovables no hidroeléctricas (eólica, solar y de biomasa) representaron el 2,4 % (EIA, 2021).

(Gallego Serna, Díaz Giraldo e Ibatá Molina, 2020). El aumento de la resiliencia en el contexto del cambio climático dependerá en gran medida de su capacidad para planificar, financiar y ejecutar proyectos de inversión de calidad (sección 2.2).

- » **Poco espacio fiscal para aumentar la inversión pública.** Para lograr la transición climática es necesario incrementar la inversión. El sector público deberá crear espacio fiscal para brindar la proporción que le corresponde en estas nuevas inversiones, mientras que el sector privado deberá generar ahorros y movilizar recursos para financiar la suya.
- » **Escaso uso de los mercados financieros para el financiamiento de empresas.** Colombia está a la vanguardia de los países de la región en el desarrollo de un entorno regulatorio que facilita la movilización de capital para proyectos sostenibles y mejora el papel que cumple el sector financiero en la gestión de los riesgos relacionados con el clima. El lanzamiento exitoso de bonos verdes soberanos y la elaboración de una taxonomía verde para los emisores de títulos constituyen reformas normativas importantes. Sin embargo, más que en otros países, aquí los bancos (y no los mercados financieros) son la principal fuente de financiamiento del capital y las inversiones de las empresas (Banco Mundial, de próxima aparición). Si se pretende que el sector privado movilice un volumen significativo de recursos para avanzar en la transición climática, será necesario establecer políticas con las cuales se profundice el uso de los mercados financieros en las inversiones.
- » **Informalidad.** Alrededor del 80 % de las unidades productivas y el 60 % de los trabajadores de Colombia pertenecen al sector informal (DANE, 2022b; 2023). Este alto grado de informalidad dificulta la ampliación e integración de políticas que promuevan la eficiencia en el uso de los recursos y una producción más limpia (Pigato, 2019). Un sector informal amplio también puede obstaculizar los esfuerzos dirigidos a elevar los impuestos para financiar la inversión pública en iniciativas de adaptación.

1.4. La acción climática y los proyectos de desarrollo ofrecen oportunidades para Colombia

Las medidas dirigidas a promover el crecimiento y afrontar los desafíos del desarrollo podrían ayudar al país a reducir su exposición al cambio climático. El viraje hacia un modelo de crecimiento que se apoye más en la innovación, con prácticas de gestión más adecuadas, instituciones más sólidas y mayor productividad no solo impulsaría el crecimiento y propiciaría la diversificación de las exportaciones, sino que además reduciría la vulnerabilidad económica a la descarbonización mundial, fomentaría la adopción de tecnologías más novedosas y ecológicas, y permitiría contener la deforestación. En otras palabras, las medidas dirigidas a mejorar la trayectoria del desarrollo son complementarias a las que se necesitan para lograr la transición climática.

La adaptación a la descarbonización de los socios comerciales del país constituye una oportunidad para diversificar las exportaciones y mejorar las instituciones. A medida que otros países demanden relativamente menos petróleo, gas y carbón, también requerirán más bienes “ambientales”. Como se analizará en la sección 4, si bien Colombia exporta poca cantidad de estos bienes, en los últimos años se ha registrado un crecimiento considerable y dinámico en las exportaciones de algunos de ellos. Si la Unión Europea y Estados Unidos aprueban e implementan normas sobre productos libres de deforestación, su cumplimiento exigirá mejorar la trazabilidad de los productos. Esto generará múltiples efectos positivos. En primer lugar, requerirá que se mejoren las instituciones relacionadas con los títulos de las tierras, el catastro y el control forestal. También permitirá abrir mercados que exigen trazabilidad, por ejemplo, el de la carne. Para aprovechar estas oportunidades será crucial actuar sin demora, pues es probable que los impactos derivados de la baja en la demanda mundial de combustibles fósiles y de las regulaciones ecológicas se materialicen con rapidez, mientras que los cambios estructurales pueden llevar más tiempo.

Colombia dispone de un potencial desaprovechado para el uso sostenible de sus recursos naturales renovables. El uso de la tierra es ineficiente y predominan las prácticas insostenibles, lo que genera un fuerte impacto ambiental y baja productividad. La tierra se explota fuertemente para la producción ganadera, lo que impulsa de manera considerable la degradación y las emisiones de GEI, mientras que es subutilizada para la agricultura, la agrosilvicultura y los sistemas silvopastoriles. Si se contuviera la deforestación, se generarían efectos positivos en la agricultura y en la economía debido a la expansión de los servicios ecosistémicos que proporcionan los bosques. La adopción de prácticas agrícolas climáticamente inteligentes como complemento de estos esfuerzos también contribuiría a mejorar la productividad y la resiliencia.

Se espera que las medidas de mitigación y adaptación tengan efectos positivos en la economía. La fijación del precio del carbono, además de acarrear como cobeneficios una baja en la incidencia de enfermedades respiratorias y la reducción de la congestión vial y de las muertes relacionadas con el tráfico, puede mejorar la productividad de las empresas fomentando la innovación y la adopción de nuevas tecnologías. El cambio que se necesita en la producción y en las tecnologías para reducir las emisiones también podría generar nuevas oportunidades de empleo y requerir una transformación de la mano de obra que dé lugar a un aumento de la productividad. Para alcanzar los objetivos climáticos de Colombia se deberán implementar medidas concertadas y coordinadas en los sectores público y privado, que tendrán como efectos secundarios positivos la colaboración en otras áreas, más allá de la transición climática.

2. Los compromisos climáticos de Colombia y su implementación

Mensajes principales

- Colombia ha establecido metas y compromisos climáticos ambiciosos, y su implementación se apoya en un marco jurídico integral.
- Las cuestiones climáticas están razonablemente bien integradas en los documentos de estrategia sectorial, y se observa una relativa coherencia en la política ambiental implementada por diversas administraciones, con una arquitectura institucional integral que respalda la acción climática.
- Sin embargo, aún hay margen para fortalecer la coordinación y la capacidad institucional, y elaborar al mismo tiempo planes de implementación claros en los que se indique cómo se alcanzarán los compromisos. La implementación de medidas de adaptación podría mejorar considerablemente si se abordaran las dificultades institucionales, en especial a nivel descentralizado.
- Si bien el Gobierno de Colombia ha alentado la acción climática en el sector privado y ha logrado avances importantes en la promoción del financiamiento verde, aún no se ha logrado el máximo potencial de las contribuciones del sector privado a la acción climática.

2.1. El país ha establecido ambiciosos objetivos climáticos, anclados en un marco jurídico e institucional integral

Colombia es líder regional en términos de ambición climática. En la CDN del país se establece como meta para 2030 reducir las emisiones de GEI un 51 % respecto del escenario de referencia (Gobierno de Colombia, 2020). Esta meta, que se traduce en un nivel máximo de emisiones de 169,4 MtCO₂e y en una reducción absoluta del 44 % respecto de los niveles de 2018, supera la de los países comparables de la región. Asimismo, el país profundizó su compromiso de proteger los bosques al ratificar en 2021 la Declaración de los Dirigentes de Glasgow sobre los Bosques y el Uso de la Tierra⁸, y suscribir el Compromiso Mundial sobre el Metano, mediante el cual se acordó reducir para 2030 las emisiones mundiales de metano en un 30 % con respecto a los niveles de 2020. Colombia es también uno de los ocho países latinoamericanos que han elaborado una estrategia climática a largo plazo, la cual apunta a lograr una economía resiliente y con cero emisiones netas para 2050 (Climate Watch, 2022).

El enfoque de Colombia para la acción climática está anclado en un marco jurídico integral. Este marco abarca la adopción de compromisos climáticos internacionales, los traduce en compromisos internos, establece la arquitectura institucional para la gestión del cambio climático y crea instrumentos de mitigación que abarcan toda la economía, como los de fijación del precio del carbono. Colombia, además, ha ratificado la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París, y ha establecido objetivos y medidas mínimas para lograr la neutralidad en carbono y la resiliencia climática plasmando las metas de la CDN en la legislación. Entre otras disposiciones importantes, en el marco regulatorio se establecen el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático, los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales para cada ministerio y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales para cada departamento.

El Gobierno ha comenzado a traducir sus ambiciones climáticas en políticas que abarcan toda la economía para promover un desarrollo resiliente y con bajas emisiones de carbono. Mediante la introducción de un impuesto al carbono se adoptó formalmente un mecanismo de fijación de precios, que será complementado con un sistema de comercio de emisiones cuyo piloto tendrá lugar en 2024. Además, el país aprobó una serie de directrices para la gestión del cambio climático dirigidas a entidades públicas y privadas, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad y promover el desarrollo con bajas emisiones de carbono definiendo los aspectos institucionales y la planificación, el seguimiento y los instrumentos económicos y financieros necesarios. Las cuestiones climáticas están razonablemente bien integradas en la política de desarrollo, y la política ambiental aplicada por las distintas administraciones muestra relativa estabilidad.

⁸ Colombia fue uno de los 145 países que firmaron la Declaración.

Como parte de la planificación del desarrollo, diversas medidas referidas al clima y al medio ambiente se han abordado sistemáticamente y perfeccionado de forma progresiva. En los tres últimos planes nacionales de desarrollo se señaló que la sostenibilidad ambiental y la gestión del riesgo de desastres constituyen piedras angulares del progreso económico, y se adoptó un enfoque coherente para reducir la huella ambiental de las actividades productivas, gestionar la biodiversidad y los recursos hídricos, adaptarse al cambio climático, promover el desarrollo con bajas emisiones de carbono y mejorar las instituciones y la gobernanza. A lo largo del tiempo se han observado mejoras significativas, entre las que figuran la introducción de objetivos de contención de la deforestación y reducción de las emisiones, la incorporación y ampliación de instrumentos económicos tales como los pagos por servicios ecosistémicos, y el mandato de aplicar medidas de adaptación en los departamentos. Además, el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 incluye como pilares la transformación productiva y la acción climática.

Los instrumentos de política pública a mediano plazo definen las prioridades de la acción climática, mientras que las estrategias y los planes nacionales facilitan su implementación. Como ejemplos de dichos instrumentos cabe citar la Política Nacional de Cambio Climático, dirigida a incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas; la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y la Política de Crecimiento Verde, cuyo objetivo es elevar la productividad y la competitividad del país y, al mismo tiempo, garantizar el uso sostenible del capital natural y la inclusión social. De modo similar, con la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono se busca desvincular las emisiones de GEI del crecimiento económico; la Estrategia Nacional de Economía Circular, por su parte, tiene como objetivo lograr un uso más eficiente de los recursos en la economía, y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático procura reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de respuesta a los impactos del cambio climático.

El país también ha priorizado la acción climática sectorial, por ejemplo, mediante la promoción de la energía renovable no convencional. También cabe mencionar el desarrollo de una estrategia para reducir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (REDD+) (esto es, una política para la contención de la deforestación y la gestión forestal sostenible), una política de construcción sostenible, y políticas para el desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte sostenible, la promoción de la movilidad eléctrica y la regulación de la reutilización de las aguas residuales.

La arquitectura institucional de cambio climático en Colombia está organizada en torno al SISCLIMA. Este coordina, formula, monitorea y evalúa políticas, estrategias, proyectos y medidas de adaptación y mitigación del cambio climático a través de la colaboración entre organizaciones públicas, privadas y sin ánimo de lucro. El SISCLIMA actúa bajo la guía de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, de nivel ministerial, que se ocupa de supervisar las iniciativas en esta área en coordinación con los Nodos Regionales de Cambio Climático y las administraciones locales y las autoridades ambientales. Por otro lado, la Comisión Intersectorial del Gabinete Presidencial para la Acción Climática coordina y evalúa los avances de la rama ejecutiva en el cumplimiento de los compromisos climáticos internacionales asumidos por el Gobierno. La autoridad encargada de la política climática general y de la implementación de la CDN de Colombia es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), mientras que la Unidad Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres dirige la implementación de la gestión del riesgo de desastres.

2.2. La implementación de las medidas de adaptación presenta diversos desafíos, especialmente en el nivel descentralizado

La inversión total en iniciativas de adaptación sigue siendo baja y no se dirige sistemáticamente a los departamentos más expuestos a los desastres climáticos. Entre 2011 y 2021, el presupuesto de Colombia para la acción climática alcanzó los USD 9900 millones, de los cuales el 43 % se destinó a la adaptación, el 22 % a la mitigación y el 35 % a la adaptación y la mitigación simultáneamente (DNP, 2022). Sin embargo, el financiamiento no se ha dirigido sistemáticamente a los departamentos más expuestos a los desastres climáticos, y en todos los departamentos se observa una escasa alineación entre los niveles de riesgo y las inversiones en medidas de adaptación⁹. Asimismo, casi el 90 % de los municipios asigna menos del 1 % de su presupuesto total de inversión a medidas de adaptación, y solo 22 de los 1103 municipios del país gastan más del 5 % en este tipo de iniciativas¹⁰. Adicionalmente, los Gobiernos subnacionales dependen en gran medida de sus propios ingresos para financiar las inversiones en gestión del riesgo de desastres, por lo cual aquellos que disponen de un volumen menor de ingresos propios probablemente tengan menos recursos para destinar a esta área.

⁹ El indicador de inversión basada en el riesgo, calculado por el DNP, muestra un desfase considerable entre el nivel de inversión y el de riesgo en todos los departamentos, con un desempeño que va de 16,7 a 68,7 (en tanto que el puntaje que refleja el nivel óptimo es 100).

¹⁰ A partir de datos del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de Financiamiento Climático y el Sistema de Información del Formulario Único Territorial.

La implementación descentralizada de las medidas de adaptación enfrenta importantes obstáculos. En 2021, los Gobiernos subnacionales representaron el 51 % de las inversiones públicas ejecutadas en adaptación. Los municipios asignan en promedio el 1,8 % de su presupuesto total a la gestión del riesgo de desastres, un valor superior al 1,2 % y al 0,7 % que destinan el Gobierno nacional y los regionales, respectivamente. Dada la amplia exposición de Colombia a los desastres climáticos, este indicador resulta útil para examinar de manera indirecta la adaptación al cambio climático. Sin embargo, los Gobiernos subnacionales a menudo tienen dificultades para diseñar e implementar proyectos de inversión, lo que se refleja en sus bajas tasas de ejecución. Entre 2011 y 2019, los Gobiernos municipales solo comprometieron el 74 % y ejecutaron el 46 % del presupuesto asignado a inversiones en gestión del riesgo de desastres (Gallego Serna, Díaz Giraldo e Ibatá Molina, 2020). A partir de un muestreo limitado realizado para este informe (Banco Mundial, 2022f), se observa que el desempeño de los Nodos Regionales de Cambio Climático, que deberían ayudar a trasladar los objetivos climáticos del nivel central al plano territorial, se ve obstaculizado por la escasez de recursos humanos y financieros y, en muchos casos, por la falta de interés de los Gobiernos departamentales y municipales. Si bien la ley exige que los departamentos y municipios incorporen en sus planes de desarrollo las medidas climáticas establecidas en el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial, en la práctica solo se incluye en promedio el 30 % de estas medidas en los planes departamentales de desarrollo, y solo el 34 % en los proyectos de inversión de los departamentos incluidos en la muestra. En las entrevistas realizadas a funcionarios de los Gobiernos subnacionales destacan varios obstáculos:

- » Ausencia de procedimientos y mecanismos para traducir las medidas incluidas en el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial en planes de desarrollo y proyectos de inversión.
- » Escasa coordinación entre departamentos y municipios.
- » Poca concientización de los funcionarios municipales, por lo cual muchos proyectos de infraestructura e inversiones no incluyen consideraciones de adaptación y resiliencia.
- » Capacidad insuficiente en el nivel municipal para planificar y diseñar proyectos de inversión en adaptación. Específicamente, el apoyo del Gobierno central se enfoca más en la mitigación y la gestión del riesgo de desastres, y las evaluaciones de riesgos y vulnerabilidades proporcionadas carecen del nivel de detalle necesario para orientar las decisiones en el plano municipal. La mayoría de los Gobiernos de este nivel no tienen la capacidad necesaria para realizar sus propias evaluaciones.
- » Financiamiento limitado en los municipios pequeños con escasos ingresos propios.

Para superar estos obstáculos, el Gobierno central podría elaborar instrumentos que ayuden a las autoridades subnacionales a planificar e invertir en adaptación. En primer lugar, podría llevar a cabo y actualizar periódicamente evaluaciones de riesgos y vulnerabilidades con un nivel de detalle adecuado para orientar la planificación en los niveles subnacionales. También podría elaborar directrices y metodologías para facilitar la planificación de la adaptación en el ámbito subnacional, por ejemplo, un manual con un catálogo de diferentes clases de medidas de adaptación. Por último, podría elaborar proyectos tipo de adaptación al cambio climático y, si corresponde, actualizar los modelos ya existentes de proyectos para incluir consideraciones relativas a la adaptación y la resiliencia.

2.3. Pese a que se cuenta con un marco sólido, persisten dificultades en la coordinación, la consistencia y la implementación

A pesar de que el marco jurídico e institucional establece unas bases sólidas para el desarrollo y la implementación de la política climática, hay margen de mejora para hacer más efectiva la acción climática. El marco jurídico conforma una arquitectura institucional teórica sólida centrándose en la creación de mecanismos institucionales y en el desarrollo de instrumentos de planificación y sistemas de información, pero no aborda funcionalmente las cuestiones clave que obstaculizan la coordinación de los organismos y las políticas, como la escasez de recursos y la falta de personal, la fragmentación de la gobernanza, la limitada capacidad institucional en los niveles gubernamentales descentralizados y la escasa disponibilidad de información para diseñar políticas. Por lo tanto, para incrementar su eficacia, el marco institucional y jurídico actual debe complementarse con estas medidas:

- » Mejorar la coordinación entre los organismos nacionales para garantizar la alineación de las políticas climáticas.
- » Fortalecer la coordinación entre el nivel central y los niveles descentralizados del Gobierno, por ejemplo, a través de los Nodos Regionales de Cambio Climático.

- » Fortalecer la capacidad de los comités del SISCLIMA para orientar las decisiones de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático.
- » Brindar asistencia técnica para garantizar un nivel de calidad consistentemente alto en todos los instrumentos de planificación territorial y adaptación, en particular en las zonas más vulnerables.
- » Incorporar la adaptación en los diferentes niveles de la planificación territorial.
- » Fortalecer la coordinación entre el SISCLIMA y el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- » Monitorear y publicar los resultados de la CDN y de la estrategia climática a largo plazo, posiblemente a través de un órgano independiente.

Del mismo modo, si bien la actualización de la CDN de Colombia figura entre las más ambiciosas de la región, hasta el momento el país carece de una estrategia integral que respalde su meta de mitigación. En el mejor de los casos, las medidas de mitigación contempladas en la CDN corresponden a una reducción del 37 % de las emisiones de GEI, mientras que el objetivo de reducción se ha fijado en el 51 % (Banco Mundial, 2022h). Esto pone de manifiesto la necesidad urgente de acordar e implementar iniciativas adicionales de mitigación, y de avanzar al mismo tiempo rápidamente con la puesta en práctica de las medidas prioritarias ya existentes. Las políticas y los compromisos climáticos de Colombia aún no son consistentes con la meta establecida en el Acuerdo de París de limitar el aumento de la temperatura a los 1,5 °C. Aunque con las políticas y medidas actuales el país no alcanzará las metas de su CDN, puede que lo logre con las que prevé poner en marcha (CAT, 2022). Colombia deberá implementar políticas adicionales y necesitará apoyo internacional para implementar otras medidas alineadas con la descarbonización total.

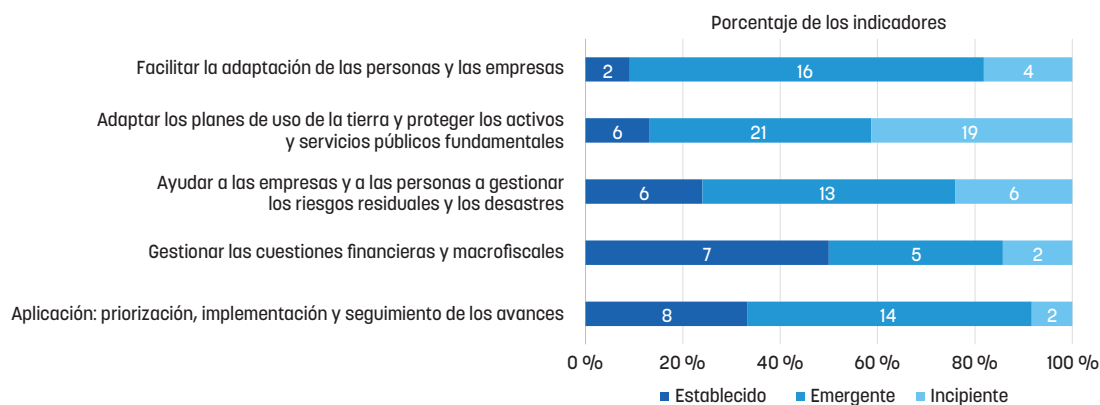
Además, se puede lograr mayor consistencia entre las políticas abordando algunas contradicciones que aún persisten. Las metas climáticas establecidas en los diversos instrumentos de planificación no siempre son consistentes. Por ejemplo, se observa un desfase entre el objetivo de mitigación de la CDN —que depende en gran medida del sector de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, con un 65,2 % de la carga de mitigación— y la cifra de deforestación fijada para 2026 en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que es un 39 % mayor que la planteada en la CDN para 2025 (gráfico 3.1). Tampoco hay congruencia entre la meta de electrificación de la matriz energética para 2050 incluida en el Plan Energético Nacional (entre el 18 % y el 26 %) y la de la estrategia climática a largo plazo (entre el 40 % y el 70 %). Adicionalmente, los esfuerzos dirigidos a avanzar en la fijación del precio del carbono se ven socavados por el subsidio implícito a los combustibles fósiles incorporado en el mecanismo de estabilización de los precios de la gasolina y el diésel (sección 4). De modo similar, la construcción de caminos rurales en zonas sensibles desde el punto de vista ambiental que con frecuencia llevan adelante los niveles gubernamentales descentralizados sin la planificación adecuada impulsa la deforestación, pues abre zonas anteriormente aisladas y contribuye a la especulación de tierras. Por ejemplo, en la Amazonía, el 42 % de la deforestación se produjo a menos de un kilómetro de distancia de una carretera (Banco Mundial, 2023f). Por último, la adjudicación de títulos de propiedad sobre tierras situadas en reservas forestales —en teoría ilegal— ha contribuido al cambio del uso de la tierra (González Arenas *et al.*, 2018).

En lo que respecta a la adaptación, Colombia ha avanzado significativamente en el desarrollo de un marco institucional y político sólido para la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, pero aún se observan deficiencias en las áreas de infraestructura, agricultura y recuperación ante desastres. Se han logrado avances importantes en los tres procesos que conlleva la gestión del riesgo de desastres: conocimiento de los riesgos, reducción de los riesgos, y preparación, respuesta y recuperación. Aun así, persisten varias dificultades relacionadas principalmente con la implementación de las políticas e instrumentos, la promoción de los conocimientos sobre riesgos en los distintos sectores y, en el nivel local, la instalación de infraestructura resiliente y el desarrollo de las capacidades necesarias en el ámbito local. Para evaluar los avances e identificar las prioridades de adaptación, este informe utiliza el marco conceptual elaborado por Hallegatte, Rentschler y Rozenberg (2020). Este marco está organizado en 27 medidas centradas en cinco pilares que reflejan los principios universales para lograr una adaptación eficaz al cambio climático, e incluye 153 indicadores con los que se miden los proyectos según tres niveles de consolidación (gráfico 2.1). De acuerdo con este análisis, las deficiencias más significativas, identificadas como las medidas que presentan mayor proporción de indicadores incipientes y emergentes, son las siguientes:

- » **Es clave promover un enfoque gubernamental integral sobre la adaptación para aumentar la resiliencia de la infraestructura pública.** Los componentes esenciales de una estrategia que abarque todo el Gobierno y procure mejorar la resiliencia de la infraestructura pública —por ejemplo, un plan actualizado de infraestructura resiliente, una unidad específica dedicada a la resiliencia en el sector del transporte y un sistema moderno de gestión de activos de la red vial primaria que permita hacer el seguimiento de las tareas de mantenimiento y reparación de activos— aún no han sido desarrollados o requieren mejoras importantes.

- » **Se requieren principios y directrices para lograr una reconstrucción mejorada después de los desastres.** En el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022 se establece que la Unidad Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres y el Departamento Nacional de Planeación (DNP) elaborarán una estrategia de recuperación resiliente frente a los desastres y adaptada al cambio climático, y definirán los instrumentos de coordinación, las funciones y las responsabilidades en esta área, así como los mecanismos de recuperación y administración de recursos según la magnitud y el impacto del evento de que se trate. Sin embargo, hasta la fecha esta estrategia no se ha implementado. Por otra parte, las experiencias de reconstrucción de las últimas décadas han demostrado que, por lo general, esta tarea requiere más de cinco años. Por lo tanto, los principios, las orientaciones y los procedimientos dirigidos a lograr una reconstrucción mejorada y eficiente pueden brindar los medios para acelerar este proceso.
- » **Aumentar la resiliencia del sector agrícola es especialmente importante para las poblaciones rurales y para garantizar la seguridad alimentaria.** Esto requiere transformar el sistema de innovación agrícola, ampliar el acceso a instrumentos financieros como los créditos y los seguros, implementar sistemas de alerta temprana y profundizar los conocimientos sobre riesgos en el sector agrícola. Si bien se están implementando planes de seguro agrícola, su cobertura geográfica y su grado de aceptación actuales siguen siendo limitados, y algunos de ellos aún no han pasado la etapa piloto.

GRÁFICO 2.1. El estado de la adaptación y la resiliencia en Colombia



Fuente: Banco Mundial (2022a)

Nota: los números de las barras muestran la cantidad de indicadores en cada categoría (establecidos/emergentes/incipientes). En el análisis subyacente se utiliza una combinación de datos cuantitativos, exámenes de documentos del Gobierno y del Banco Mundial y otros documentos de acceso público, e información aportada por el personal del Banco Mundial

2.4. Colombia se encuentra a la vanguardia en la creación de condiciones que propician el financiamiento privado de iniciativas climáticas

El sector privado formó parte activa del proceso de actualización de la CDN de Colombia, pero es necesario profundizar su participación. Se seleccionaron algunas partes interesadas consideradas prioritarias en función de sus posibilidades de implementar medidas de mitigación o de verse afectadas por ellas. Como resultado, el portafolio de mitigación incluye 24 medidas dirigidas por 7 empresas privadas de los sectores de hidrocarburos, alimentos y bebidas, energía, transporte, minería, comercio minorista y automóviles. Además, en 2020 el Gobierno dirigió la formulación de una estrategia que busca fortalecer la capacidad del sector privado para la gestión del riesgo climático en las áreas de agua, agricultura, desarrollo urbano y finanzas. A pesar de este trabajo, la participación del sector privado en el financiamiento climático sigue siendo limitada: entre 2011 y 2021, los recursos privados constituyeron solo el 9,7 % de las inversiones totales en iniciativas de mitigación y adaptación, y poco más de la mitad se destinaron a la mitigación (Banco Mundial, 2022d).

Las autoridades adelantan importantes esfuerzos para desarrollar instrumentos de financiamiento verde alentando a los intermediarios financieros a adoptar normas verdes y trabajando con el sector para canalizar fondos hacia proyectos de inversión verde financiables. En 2022, Colombia se convirtió en el primer país del hemisferio occidental que adoptó una taxonomía verde nacional, en la que se identificaron y clasificaron los activos y las actividades económicas verdes y fueron alineados con los objetivos de mitigación y adaptación climática. Esta taxonomía será utilizada por todos los actores del mercado financiero: emisores de títulos, inversionistas, instituciones financieras y entidades del sector público. Además, la Superintendencia Financiera de Colombia ha incorporado elementos relacionados con el clima en la regulación del sector (incluidos los requisitos de divulgación de información y

transparencia), ha desarrollado herramientas para medir y supervisar los riesgos relacionados con el clima, ha regulado los instrumentos financieros verdes y ha brindado capacitación. En el documento titulado *Hacia el enverdecimiento del sistema financiero colombiano*, de 2022, la Superintendencia Financiera trazó el camino a seguir.

El sector financiero está desarrollando el mercado del financiamiento verde. En 2022, 7 de las 30 instituciones bancarias colombianas tenían objetivos de neutralidad en carbono para 2050. Por otro lado, 25 entidades financieras se han adherido a la renovación del Protocolo Verde para el período 2022-2027¹¹, y 12 de ellas están incluyendo sistemas de análisis de riesgos ambientales y sociales en sus procesos de aprobación de operaciones de financiamiento (Asobancaria, 2021). Si bien los bancos más grandes de Colombia aún tienen fuerte presencia en los sectores que emiten GEI¹², los créditos verdes aumentaron a más del doble entre 2020 y 2022 (del 2,4 % al 5 %). Adicionalmente, 5 bancos comerciales ofrecen hipotecas verdes o algún tipo de financiamiento para la construcción verde, 18 instituciones financieras han dado a conocer sus planes de medir para 2025 las emisiones financiadas, y 6 de ellas se encuentran en diversas etapas de ese proceso. Como extensión de la taxonomía verde, se ha vuelto prioritaria la elaboración de una taxonomía azul, que permitirá al sector privado desempeñar un papel preponderante en la movilización de fondos para proyectos relacionados con el agua, por ejemplo, protección del acceso al agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, reciclaje de plásticos, restauración de los ecosistemas marinos, transporte fluvial y marítimo sostenible, ecoturismo y energía renovable en alta mar.

El sector público, a través de los entes reguladores y las instituciones financieras de segundo piso, también desempeña un papel importante en la configuración de las inversiones climáticas. Como miembro de la Red de Banca y Finanzas Sostenibles (plataforma para el fortalecimiento de la capacidad y el intercambio de conocimientos sobre finanzas sostenibles integrada por entes reguladores y asociaciones del sector financiero de los mercados emergentes), la Superintendencia Financiera de Colombia copreside el grupo de trabajo sobre medición y ha contribuido a formular un enfoque sistemático dirigido a evaluar los avances de los países en la elaboración de marcos nacionales de finanzas sostenibles. Por su parte, el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO), Bancóldex y la Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER), bancos colombianos públicos de desarrollo, han suscrito el Protocolo Verde, y los dos últimos han comenzado a brindar apoyo a iniciativas de mitigación y adaptación a través de la introducción de líneas de crédito y programas para el transporte y la eficiencia energética.

Sin embargo, si bien se han logrado grandes avances hasta la fecha, el sector financiero verde podría desarrollarse aún más. Por ejemplo, los bancos públicos de desarrollo aún no han incorporado la taxonomía verde nacional y podrían ampliar su oferta de productos de financiamiento combinado más allá de las áreas de transporte y eficiencia energética. Además, el financiamiento destinado al sector agrícola podría incorporar más adecuadamente diversos criterios climáticos, como los dirigidos a generar incentivos para que las instituciones financieras ofrezcan líneas de crédito preferenciales que respalden la adopción de prácticas agrícolas climáticamente inteligentes.

Desde el punto de vista de la resiliencia, las pérdidas del sector financiero derivadas de los riesgos físicos y de transición asociados al cambio climático podrían tener impactos significativos. El sector sigue siendo vulnerable a sufrir pérdidas a gran escala en caso de que se produzca algún fenómeno meteorológico grave o una combinación de varios de ellos. Asimismo, los riesgos de la transición que plantean los cambios normativos y tecnológicos necesarios para lograr una economía más verde podrían dejar activos varados con alto contenido de carbono y afectar el valor de otros instrumentos financieros. Colombia fue el primer país de América Latina que realizó una prueba de estrés climático en su sector financiero. Cerca del 20 % de los préstamos otorgados por los bancos colombianos a empresas corresponden a sectores sumamente sensibles a las transiciones, mientras que un conjunto más amplio de sectores y activos presenta vulnerabilidades a los efectos en la cadena de valor. Otros riesgos que cabe mencionar son los que plantean la elevada proporción de combustibles fósiles en los ingresos de exportación de Colombia y la fuerte intensidad de carbono de las exportaciones de manufacturas (en comparación con lo que sucede en otros países de la región), los cambios en las políticas climáticas internas, la regulación climática en el exterior, los cambios tecnológicos y las modificaciones en las preferencias de los consumidores. En el sector de los seguros también podría producirse un aumento de los reclamos relacionados con desastres naturales inducidos por el clima, lo que podría comprometer su sostenibilidad económica (Reinders *et al.*, 2021).

¹¹ El Protocolo Verde es un acuerdo voluntario centrado en cinco pilares estratégicos: desarrollo de productos y servicios verdes, ecoeficiencia, adopción de sistemas de análisis de riesgos ambientales y sociales, divulgación y transparencia, e integración del cambio climático en la gestión.

¹² Entre 2019 y 2020, los tres bancos más importantes de Colombia comprometieron más de USD 19 300 millones para los tres sectores que más emiten (agricultura, transporte y electricidad). Fuente: Análisis de los estados financieros de Bancolombia, Davivienda y Banco de Bogotá realizado por IFC.

3. Trayectorias hacia la resiliencia y la descarbonización

Mensajes principales

- En teoría, Colombia podría alcanzar su meta de cero emisiones netas para 2050, y las inversiones que esto requerirá producirán numerosos beneficios más generales y un impacto económico neto positivo. Pero para lograr dicha meta es necesario implementar con rapidez medidas transformadoras.
- Para contener la deforestación se necesitará un fuerte compromiso que permita regular la apropiación de tierras y aplicar medidas para evitarla, mejorar la gestión y a la vez desarrollar un sector agrícola climáticamente inteligente y una economía forestal sostenible para aumentar la productividad, la resiliencia y la mitigación.
- Si se pretende subsanar el déficit de infraestructura que se observa actualmente en todo el país, será necesario llevar a cabo inversiones que posibiliten la adaptación climática de los sectores de transporte, energía e infraestructura hídrica.
- La descarbonización del transporte, de la energía y de la industria implicará electrificar toda la economía, implementar medidas de eficiencia, invertir en nuevas centrales de generación de electricidad y comprometerse decididamente a transformar el sector del transporte.
- Dado que los impactos climáticos agravarán la pobreza y profundizarán las desigualdades, será especialmente importante introducir mejoras en los programas de protección social para hacer frente a las crisis vinculadas con el clima.
- Es probable que el camino que lleva a lograr la resiliencia y cero emisiones netas en Colombia dé lugar a la creación neta de empleo, por lo cual una política bien concebida, que incluya planes de capacitación y recalificación de la fuerza laboral, transferencias compensatorias o incentivos para la adopción de tecnologías facilitará una transición justa en los empleos en riesgo.

3.1. Paisajes sostenibles y productivos para la adaptación y la mitigación del cambio climático

Mensajes principales

- * Si Colombia no se aparta significativamente de sus tendencias históricas de deforestación y uso de la tierra, no alcanzará los objetivos de desarrollo con bajas emisiones de carbono.
- * Para esto será necesario, como prioridad, hacer más eficaces la contención y gestión de la deforestación, frenando la apropiación de tierras e introduciendo mejoras en la productividad dentro de la frontera agrícola.
- * En todo caso, si alcanza sus metas, el país puede beneficiarse considerablemente: si bien se necesitarían inversiones por valor de USD 36 000 millones entre 2022 y 2050, los beneficios económicos y sociales resultantes ascenderían a los USD 65 000 millones. Gran parte de esto provendrá de los servicios ecosistémicos que impulsarán la resiliencia de Colombia en el contexto del cambio climático.

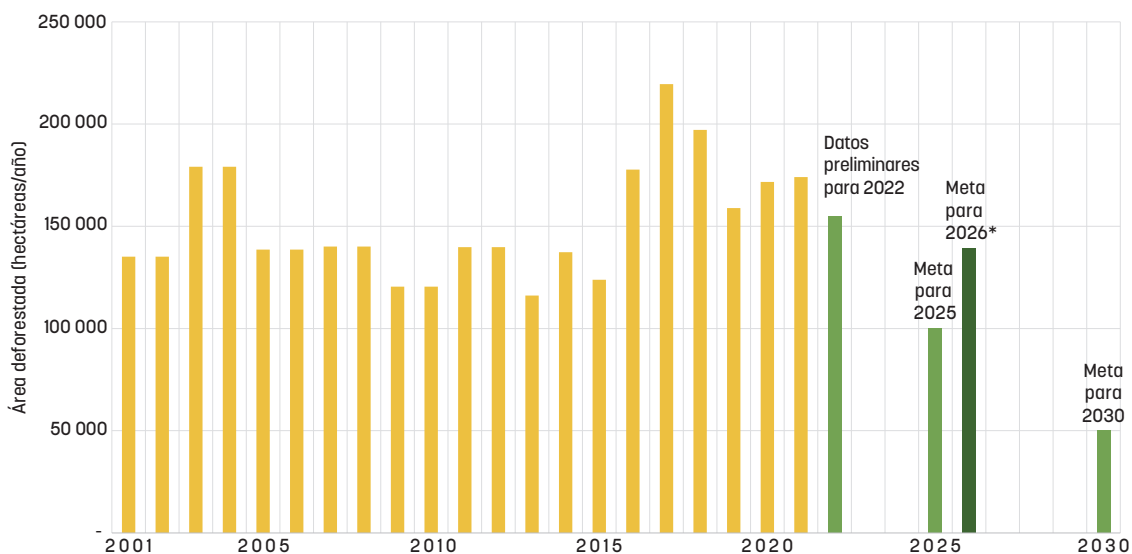
En general, Colombia no ha utilizado de manera sostenible su inmensa riqueza de tierras y recursos forestales, y entre 2001 y 2021 perdió casi 3,2 millones de hectáreas de bosques (IDEAM, 2022). Las tasas de deforestación sistemáticamente altas se han combinado con baja productividad agrícola. En vista de los nexos cruciales entre el uso de la tierra, el programa de paz de Colombia y el empleo rural, resolver el problema que representa el uso de la tierra no solo es la clave principal para alcanzar los objetivos climáticos del país tanto en lo que respecta a la adaptación como a la mitigación, sino que también es importante para su desarrollo en términos generales.

3.1.1. La contención de la deforestación es la clave para resolver los desafíos que presentan la mitigación y la adaptación en Colombia

El cambio en el uso de la tierra constituye la mayor fuente de emisiones de GEI en el país. Los bosques cubren el 52 % de su superficie (59,7 millones de hectáreas) (IDEAM, 2020). No obstante, entre 2001 y 2021, el país perdió casi 3,2 millones de hectáreas de bosques (IDEAM, 2022), y al menos el 89 % de esa pérdida se debió a prácticas ilegales (Dummett *et al.*, 2021). Durante este período, la tasa de deforestación se mantuvo persistentemente alta en promedio, con una marcada aceleración después de la firma del acuerdo de paz en 2016 (gráfico 3.1). Como resultado, en 2018 el sector del UTCUTS representó el 40 % de las emisiones totales de GEI del país, mientras que la compensación proveniente del secuestro de carbono en bosques y suelos equivalió a cerca del 7,6 % del total de emisiones (Gobierno de Colombia, 2022).

La deforestación conlleva importantes costos económicos y sociales para Colombia y afecta su capacidad de adaptación al cambio climático. Aproximadamente el 24 % de los ecosistemas colombianos está gravemente amenazado o corre riesgo de colapso, en gran parte debido a la deforestación (Etter *et al.*, 2017). En el trabajo de Johnson *et al.* (2021) se estima que, para 2030, el colapso parcial de los ecosistemas saludables podría provocar una reducción del crecimiento del PIB en un 13 %. Esto afectaría principalmente a los segmentos más pobres y vulnerables de la población, que dependen en mayor medida de los recursos naturales. La deforestación también pone en peligro una biodiversidad de importancia mundial y da lugar a la pérdida de servicios ecosistémicos vinculados con la adaptación, como la regulación de la temperatura, la retención y purificación del agua, la conservación del suelo y el suministro de alimentos. Al mismo tiempo, el Gobierno ha estimado que las exportaciones provenientes de la bioeconomía podrían generar USD 7400 millones (DNP, 2018), un potencial que la deforestación podría reducir. Lo mismo puede decirse del potencial turístico del país.

GRÁFICO 3.1. La deforestación se ha mantenido persistentemente alta en los últimos 20 años, con un marcado aumento a partir de 2015; alcanzar las metas de deforestación requerirá un cambio drástico



Fuente: Gobierno de Colombia (2020; 2023); Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2020)

Nota: las metas para 2022, 2025 y 2030 provienen de la CDN. La meta para 2026* se extrajo del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026

Si no se reduce abruptamente el cambio en el uso de la tierra, Colombia no podrá cumplir con los compromisos climáticos adquiridos para 2030 y 2050. El camino que debe seguir el país para lograr cero emisiones netas en 2050 implica que el 52 % de las reducciones de emisiones necesarias para 2030 debería provenir de la merma en el cambio del uso de la tierra (sección 3.4). Reconociendo el importante lugar que ocupan los bosques y la tierra en su estrategia de adaptación y mitigación, Colombia se comprometió en su CDN a limitar la deforestación a 50 000 hectáreas por año para 2030¹³. Sin embargo, los modelos de la trayectoria de mitigación sugieren que, en vista de las dificultades que muestran otros sectores en la implementación, para alcanzar esa meta el país tendría que contener la deforestación a

¹³ Si bien Colombia tiene un importante potencial de secuestro de carbono y reforestación, en la CDN no se incluyen metas específicas para estas actividades. Además, al firmar la Declaración de los Dirigentes de Glasgow sobre los Bosques y el Uso de la Tierra, Colombia se comprometió a detener y revertir la pérdida de bosques y la degradación de la tierra para 2030, un compromiso que va más lejos que la CDN. Queda por verse cómo el país lo convertirá en políticas.

no más de 37 500 hectáreas al año (VITO y Uniandes, de próxima aparición). Esto supondría llegar a un nivel que no se ha visto en el país desde que comenzaron a recopilarse datos sobre deforestación en 2001, lo que ilustra la magnitud del desafío (gráfico 3.1). Asimismo, para 2030 deberían reforestarse 25 000 hectáreas, forestarse otras 620 000 y restaurarse 5,8 millones de hectáreas de tierra¹⁴.

Para lograr un nivel transformador de contención de la deforestación, será necesario abordar los factores que impulsan la deforestación, de los cuales el más importante y directo es la expansión de la producción ganadera y agrícola. Los principales factores directos que alientan la deforestación son la expansión de la frontera agrícola y ganadera y, en menor medida, el cultivo ilícito de productos utilizados para elaborar drogas, la minería y la tala ilegal. La importancia relativa de estos factores varía según la región, pero en el nivel nacional, la ganadería y la agricultura son por lejos los causantes directos más significativos (González Arenas *et al.*, 2018; Murillo-Sandoval *et al.*, 2023)¹⁵.

Con todo, la conversión de la tierra para usos agrícolas y de pastoreo oculta el hecho de que la apropiación de terrenos con fines especulativos es uno de los principales factores subyacentes del cambio en el uso de la tierra (Dávalos *et al.*, 2014; Banco Mundial, 2023f). El acaparamiento de tierras es el principal factor causante de la deforestación en la Amazonía colombiana, y en 2021 representó el 61 % de la deforestación total del país (IDEAM, 2022)¹⁶. Esta actividad involucra a actores estatales y no estatales, legales e ilegales, formales e informales (Borras *et al.*, 2013). Es financiada y orquestada por dueños de empresas ocultas o dudosas (UNODC, 2022) que colaboran con proveedores, propietarios provisionales y el Estado, y que facilitan la tala y la ocupación de la tierra y su comercio (Insight Crime e Instituto Igarapé, 2022; WWF, 2021). El arco noroccidental de la Amazonía perdió unas 89 000 hectáreas de bosques en 2020 y 2021.

Para que se produzca la deforestación, las tierras deben ocuparse legalmente o tomarse ilegalmente. En la Amazonía colombiana, la deforestación se produce sobre todo en tierras públicas (“baldíos”), en terrenos colectivos de comunidades étnicas o en áreas protegidas, y estas tierras no pueden ingresar al mercado inmobiliario legal. Las tierras apropiadas de manera ilícita se transforman por lo general en pastizales. El censo ganadero permite predecir el 90 % de la variabilidad en la deforestación, y entre 2016 y 2020 se registraron 4 millones de nuevas cabezas de ganado en la zona (Banco Mundial, 2023f). La expansión de la red vial cumple un papel importante, pues determina el lugar donde se produce la apropiación de tierras y, por lo tanto, la deforestación. Por ejemplo, el 69 % de la superficie deforestada entre 2020 y 2021 se encuentra a menos de 2 kilómetros de distancia de una carretera, y tan solo en los 12 meses transcurridos entre marzo de 2021 y marzo de 2022 se construyeron 742 kilómetros de nuevas carreteras en la Amazonía colombiana (FCDS, 2022).

Si bien la implementación del programa de paz representa una oportunidad histórica, también plantea importantes desafíos para la contención de la deforestación. Después del acuerdo de paz firmado entre el Gobierno y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), se observó un marcado aumento de la deforestación en las zonas antes controladas por dicho grupo, dado que el Estado no pudo llenar el vacío de poder producido tras su desmovilización. Otros grupos insurgentes y delictivos han intensificado las actividades económicas que incrementan la pérdida de bosques —ganadería, tala, minería y cultivo de coca— en las zonas antes controladas por la guerrilla (International Crisis Group, 2021). El efecto de deforestación que trajo la paz se exacerbó por la implementación de actividades económicas que conllevan un uso intensivo de la tierra, pero se atenuó en los municipios con mayor presencia estatal y capacidad judicial (Prem, Saavedra y Vargas, 2020). La resolución de los desafíos que presenta la implementación del acuerdo de paz (como una reforma rural integral que permita abordar la desigualdad y la informalidad en la tenencia de tierras, el aumento de la competitividad de la economía rural y la instauración de una presencia estatal integral en zonas remotas) también podría contribuir simultáneamente a la contención de la deforestación.

Colombia tiene un gran potencial para reducir las emisiones mediante soluciones basadas en la naturaleza, y podría alcanzar su meta de deforestación sin poner en riesgo el desarrollo si invirtiera simultáneamente en el control de la deforestación y en la productividad agrícola sostenible. El potencial técnico del país para reducir las emisiones derivadas del uso de la tierra y la agricultura de un modo eficaz en función de los costos es de aproximadamente 219 MtCO₂e por año (Roe *et al.*, 2021). Además, las medidas clave de la cartera de iniciativas de mitigación en el sector de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra establecidas en la CDN —como el control de la deforestación, la restauración ecológica y la silvicultura comercial— tienen un costo marginal de reducción muy

¹⁴ Este CDDR se centra en la contención de la deforestación por tratarse del subsector con mayor potencial de mitigación a corto plazo y mayor irreversibilidad, que además podría generar grandes cobeneficios.

¹⁵ Entre 2005 y 2012, el 90 % de la pérdida de bosques se debió a la conversión en pasturas (el 50 %), matorrales (el 28 %), tierras de cultivo (el 7 %) y pastizales (el 5 %) (González Arenas *et al.*, 2018). Los datos de 2021 sugieren que esta tendencia se ha mantenido en el tiempo (WRI, 2022).

¹⁶ Aunque la deforestación es también un problema crítico en otras partes de Colombia, su dinámica difiere según la región, por lo cual excede el alcance del análisis realizado para este informe. El presente documento se concentra en la Amazonía colombiana por ser la región que más contribuye a la deforestación nacional.

bajo, en algunos casos inferior a los USD 2 por tCO₂e (VITO y Uniandes, de próxima aparición). Sobre la base del trabajo de Banerjee *et al.* (2021), en este informe se calcula que, teniendo en cuenta los activos del capital natural y la calidad ambiental que sustentan el crecimiento económico¹⁷, si se lograra una tasa de deforestación cero para 2035, el PIB aumentaría USD 456 millones ese año sobre el valor que alcanzaría si la deforestación se mantuviera en los niveles de referencia habidos en el período 2016–2018¹⁸. En otras palabras, cada hectárea de deforestación evitada aumentaría el PIB de Colombia en USD 90 a precios constantes¹⁹. Históricamente, el crecimiento del sector agrícola colombiano se ha basado de manera desproporcionada en la ampliación de la superficie productiva, en detrimento de los bosques. Una combinación de políticas orientadas a evitar la deforestación, aumentar la productividad agrícola (sección 3.1.2) e invertir los ingresos tributarios resultantes para ampliar los servicios públicos podría reducir la pobreza en 0,15 puntos porcentuales (Banerjee *et al.*, 2021).

Para alcanzar objetivos de contención de la deforestación que resulten transformadores, Colombia podría considerar la posibilidad de evaluar sus mecanismos institucionales y de gestión, con el fin de lograr un enfoque adecuadamente coordinado que abarque todos los programas del Gobierno. Debido a que el sistema de gestión ambiental de Colombia es descentralizado, en la actualidad la aplicación efectiva de la contención de la deforestación está relativamente desconectada de la formulación de políticas en el Gobierno central, por lo que es difícil traducir los objetivos climáticos nacionales en acciones concretas. Los distintos departamentos tienen un margen considerable para tomar decisiones sobre inversiones, y sus programas no necesariamente se corresponden con la meta de limitar el cambio en el uso de la tierra. Dichos programas también están sujetos a la injerencia de funcionarios electos que suelen tener intereses económicos creados. El MADS tiene un alcance muy limitado al respecto y, al igual que sus organismos especializados, el financiamiento que recibe es crónicamente insuficiente, por lo cual diversas funciones cruciales, como el monitoreo forestal en tiempo real, dependen de fondos de donantes cuya disponibilidad es imprevisible. Por otro lado, las Corporaciones Autónomas Regionales, entidades descentralizadas responsables de la gestión ambiental, muestran grados muy diversos de capacidad, medios de aplicación limitados y escasa supervisión. Recientemente, las autoridades encargadas de hacer cumplir la legislación ambiental aplicaron un enfoque autoritario centrado en los pequeños actores y no en quienes financian la deforestación, aunque el Gobierno está tratando de modificarlo. Dada la magnitud y la naturaleza multisectorial del desafío que representa la contención de la deforestación, y en vista de la necesidad de involucrar actores gubernamentales de diversos niveles, Colombia podría evaluar los beneficios que acarrearía simplificar su estructura institucional, coordinar la respuesta en los niveles más altos y conceder más poder de decisión al Gobierno central.

Se requiere una acción más amplia en cinco áreas principales:

- » **La aplicación de la ley deberá ser más eficaz.** Esto incluye fortalecer la capacidad del aparato judicial y de cumplimiento de la ley para focalizarse en los actores estratégicos responsables de la deforestación a gran escala, entre otras cosas, mejorando la capacidad de investigación, armonizando los procedimientos agrarios y judiciales para la expropiación en áreas deforestadas, definiendo criterios para estimar el valor de los daños derivados de la deforestación y creando mecanismos de restitución.
- » **Se debe poner freno a la apropiación de tierras, en particular en las áreas de mayor deforestación.** Esto supondrá ampliar la cobertura del catastro multipropósito y actualizar su información; conectar el inventario de tierras públicas con la información del registro de tierras; actualizar los folios de registro e integrar la información notarial, catastral y de los registros; crear códigos de registro y establecer la identificación obligatoria de las propiedades ubicadas en áreas protegidas y reservas; controlar la creación de nuevas veredas (subdivisión de los municipios) e investigar los casos en que se las cree en zonas altamente deforestadas; fortalecer el marco jurídico que rige los delitos vinculados con la deforestación y la apropiación de tierras; prohibir la mayor parte de las actividades económicas en los terrenos baldíos para desalentar la apropiación y, al mismo tiempo, contabilizar y formalizar los derechos de propiedad existentes; fortalecer el análisis y el procesamiento judicial de los casos de apropiación de tierras, con énfasis en quienes la financian; incautar las tierras deforestadas ilegalmente; crear un sistema de trazabilidad del ganado para garantizar que su origen sea legal y vincularlo a los datos sobre administración de la tierra (lo que también ayudaría a preservar y desarrollar los mercados de exportación en la Unión Europea, en vista de sus normas sobre productos libres de deforestación); eliminar gradualmente los incentivos implícitos establecidos por los bancos públicos de desarrollo y los Gobiernos descentralizados para la cría de ganado por fuera de la frontera agrícola (con lo cual se eliminarían los incentivos a la compra de ganado, la

¹⁷ Representado por el indicador de ahorro genuino de riqueza (Banco Mundial, 1997).

¹⁸ Sobre la base de los datos extraídos del trabajo de Banerjee *et al.* (2021), utilizando la relación marginal entre deforestación y PIB. A partir de los resultados, se actualizaron los impactos en el PIB y el ahorro genuino utilizando las tasas de deforestación históricas actualizadas y la meta de deforestación incluida en la CDN, de 50 000 hectáreas al año para 2030.

¹⁹ El costo marginal se estima como la variación del PIB por sobre el cambio en la deforestación en el escenario de “DEFOR” para 2020 y 2030 planteado en el trabajo de Banerjee *et al.* (2021). Este valor representa un cambio real a lo largo del tiempo.

mejora de las especies y la instalación de infraestructura agrícola), y generar alternativas de empleo para la mano de obra no calificada y poco calificada que de otra forma se contrataría para el despeje de tierras, en particular en las zonas urbanas.

- » **Se deberán ampliar la producción sostenible y la restauración de los puntos críticos de deforestación a lo largo de la frontera agrícola y en zonas ambientalmente estratégicas, y se deberá dar valor a los bosques en pie.** Para respaldar el desarrollo económico y social de las comunidades rurales y cerrar la frontera agrícola, sería conveniente establecer programas de incentivos más amplios, como los de pagos por servicios ambientales, los acuerdos de producción y conservación y los modelos de gestión de los recursos naturales, como la silvicultura comunitaria y el turismo basado en la naturaleza. Este tipo de programas podría prosperar si se generara un entorno más favorable mediante la implementación acelerada del catastro multipropósito y la regularización de la propiedad de la tierra; la resolución de los conflictos por el uso de la tierra sobre la base de una planificación inclusiva; la firma de acuerdos de conservación con las comunidades; la formulación de contratos para el uso de la tierra; la asistencia técnica; el apoyo a los vínculos entre mercado, industria y comercio en determinadas cadenas de valor, y la colaboración con el sector privado (por ejemplo, aprovechando los acuerdos de deforestación cero ya existentes entre el Gobierno y los compradores).
- » **Es necesario generar un entorno normativo más favorable.** Esto implicará alinear las políticas horizontalmente (entre los ministerios del Gobierno central) y verticalmente (entre el Gobierno nacional y los de nivel departamental y municipal). Por ejemplo, alinear el apoyo agrícola con los objetivos ambientales (incentivos y créditos, investigación y desarrollo, extensión, sistemas de trazabilidad), los impuestos a la tierra (podría introducirse un impuesto mínimo para desalentar la agricultura extensiva) o la planificación y el financiamiento del transporte para lograr coherencia con los objetivos de control de la deforestación. Entre los ejemplos de alineación vertical figuran medidas tales como crear incentivos para que los Gobiernos subnacionales gestionen los bosques de manera sostenible, condicionar el acceso al crédito otorgado por los bancos nacionales de desarrollo (BND) para incentivar el buen desempeño de los niveles descentralizados en la gestión de la deforestación, condicionar las transferencias fiscales dirigidas a los Gobiernos descentralizados a los resultados respecto de la deforestación y recompensar la adecuada implementación de políticas (por ejemplo, cuando se completa el catastro o cuando se aplican directrices sobre infraestructura verde). La implementación general sería más fácil si la gestión de los recursos naturales estuviera menos fragmentada.
- » **Será necesario fortalecer la gestión institucional y comunitaria.** Esto incluye consolidar los derechos sobre la tierra de los pueblos indígenas y las comunidades locales —que han demostrado ser custodios de los recursos naturales— y el papel de las autoridades ambientales indígenas²⁰; reducir la fragmentación en la gestión de los recursos naturales entre el Gobierno central y los descentralizados, al tiempo que se mejora la eficacia de las Corporaciones Autónomas Regionales en la gestión ambiental, entre otras cosas, promoviendo la transparencia, la rendición de cuentas y la eficiencia; impulsar la unidad denominada Parques Nacionales Naturales, y dar acceso a los datos de monitoreo forestal con la frecuencia y el grado de detalle necesarios para que resulten una herramienta útil en la toma de decisiones en todos los niveles, desde el Gobierno central hasta las comunidades.

En términos más generales, para contener la deforestación y respaldar el desarrollo sostenible se requiere un conjunto amplio y diverso de políticas, incluso en el área macroeconómica. Se observan importantes interrelaciones entre la productividad rural y la urbana (Hertel, 2012; Cheston et al., 2023). El aumento de la productividad urbana puede aliviar la presión económica que pesa sobre la frontera agrícola atrayendo capital y mano de obra para actividades distintas de la agricultura y respaldando la apreciación del tipo de cambio real efectivo a través de salarios más altos en el sector de manufacturas. El incremento de la productividad en las manufacturas y el desarrollo económico de las zonas urbanas complementan las políticas dirigidas al control y la protección forestales y fortalecen su efecto sobre la deforestación. Por lo tanto, cuando Colombia ajuste su estrategia de contención de la deforestación, no debería descuidar la promoción del desarrollo urbano, en especial en las proximidades de zonas altamente deforestadas.

Un programa ambicioso de contención de la deforestación requiere una estrategia de financiamiento sólida. Como punto de partida, es necesario resolver las trabas que impiden el uso eficiente de los recursos públicos en el sector ambiental —en más de la mitad de las entidades que integran el Sistema Nacional Ambiental, la ejecución presupuestaria es inferior al 36 %, y en 11 Corporaciones Autónomas Regionales, inferior al 20 % (MADS y DNP, 2022)— a fin de mejorar el impacto y reducir la dependencia respecto del financiamiento externo en áreas estratégicas como el monitoreo forestal. En una estrategia de financiamiento más amplia se deben contemplar fuentes de recursos nuevas e innovadoras que permitan movilizar capital público y privado (por ejemplo, fuentes fiscales, financiamiento

²⁰ Los pueblos indígenas y las comunidades locales poseen el 38,2 % de las tierras de Colombia. A nivel nacional, la tasa de pérdida de carbono registrada en las tierras de estos grupos es menos de la mitad de la de otras áreas del país (WRI y Climate Focus, 2022).

en forma de donaciones o en condiciones concesionarias, bonos verdes y vinculados al desempeño, canjes de deuda por medidas de conservación de la naturaleza) y mecanismos de mercado (como los mercados del carbono y los programas jurisdiccionales de REDD+) que combinen fuentes nacionales e internacionales y coordinen eficientemente la asistencia internacional para lograr mayor escala.

Como parte de esta labor, Colombia podría desarrollar el mercado del carbono, actualmente desaprovechado. A partir del análisis de Streck *et al.* (2022), se estima que Colombia tiene potencial técnico para movilizar un promedio de USD 1100 millones al año en financiamiento del carbono entre 2021 y 2035 tan solo a partir de la deforestación evitada, la forestación/reforestación y la mejora de la gestión forestal²¹. Por otro lado, el costo total de la implementación de la estrategia de REDD+ de Colombia se estima en USD 2900 millones (en USD de 2023) entre 2018 y 2030 (Gobierno de Colombia, 2018). Si bien los mercados internacionales del carbono se encuentran todavía en las primeras etapas de desarrollo, Colombia podría posicionarse preparándose para ampliar este tipo de operaciones. Esto implicaría abordar varios cuellos de botella, por ejemplo: regular el mercado del carbono para garantizar la distribución justa de los beneficios y la integridad ambiental, supervisar eficazmente el sector, profundizar la implementación de políticas en los niveles descentralizados, mejorar la aplicación de la ley, fortalecer los derechos de los pueblos indígenas y las comunidades, y consolidar el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación.

3.1.2. La ganadería y la producción agrícola deben efectuarse mediante prácticas climáticamente inteligentes para aumentar la productividad, generar mayor resiliencia y reducir las emisiones

La agricultura es la principal actividad económica de las zonas rurales de Colombia, pero el estancamiento del sector impide que las comunidades rurales eleven sus ingresos y logren mayor bienestar. En los últimos cinco años, la agricultura ha aportado entre el 6 % y el 7 % al PIB de Colombia (Banco Mundial, 2021a). Además, representa el 60 % del empleo en las zonas rurales y produce el 60 % del suministro total de alimentos del país (Uniandes, 2021). Si bien el empleo agrícola en los municipios urbanos y rurales ha venido disminuyendo como porcentaje del empleo total, sigue siendo alto en comparación con lo que sucede en otros países de ingreso mediano alto. Sin embargo, con su crecimiento lento y su productividad estancada, el desempeño del sector no es lo suficientemente bueno como para generar los beneficios que ofrece el comercio, y muchos agricultores no logran llegar a fin de mes. La productividad total de los factores en la agricultura de Colombia es inferior al promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y al de países comparables, como Perú, México, Brasil y Chile²². Las importaciones agrícolas han superado las exportaciones, con exclusión del café, y han afectado negativamente la balanza comercial del sector agroalimentario.

La actividad agropecuaria de Colombia debe ser más sostenible y productiva. Genera de manera directa el 21,6 % de las emisiones de GEI del país, y el 14,8 % corresponde tan solo al importante sector ganadero, principalmente a través de la fermentación entérica y el manejo del estiércol. La producción agropecuaria, y en particular la ganadería, es también uno de los principales factores que impulsan el cambio en el uso de la tierra, incluida la deforestación. En efecto, debido a su baja productividad y a la aplicación deficiente de la ley, el aumento del 71 % registrado en la producción agropecuaria entre 2001 y 2021 (Banco Mundial, 2022g) obedeció esencialmente a la expansión de la superficie utilizada (MADR, 2019), a expensas de los bosques y otros ecosistemas naturales. Esto representa otro 20,9 % de las emisiones nacionales (Gobierno de Colombia, 2022). La baja productividad total de los factores implica que la huella de suelo de la agricultura podría reducirse de forma significativa sin sacrificar la producción, y que el uso de insumos también podría ser más eficiente²³.

Una adopción más amplia de la ACI²⁴ podría resultar beneficiosa tanto para el programa climático como para el desarrollo de Colombia. A pesar de que en el país ya se aplica este tipo de agricultura, en 2020 solo el 15 % de las unidades de producción agrícola utilizó tecnologías innovadoras, entre ellas la ACI (Gaviria González, 2022), y la mayoría de las iniciativas dirigidas a implementar esta modalidad han permanecido en la etapa piloto. Esto se debe a

²¹ Esta estimación se basa en un precio promedio anual del carbono situado en el punto medio entre 0 y el precio utilizado en el análisis de Streck *et al.* Si se añadiera el potencial de la agricultura y la gestión de los humedales, el valor aumentaría a USD 1270 millones al año.

²² Entre 1990 y 2020, la productividad total de los factores en el sector agrícola de Colombia fue del 18 %, mientras que, en los países de la OCDE, el promedio fue del 36 %, en Perú del 45 %, en México del 90 %, en Brasil del 110 % y en Chile del 142 % (USDA, 2023).

²³ La productividad total de los factores se eleva cuando los agricultores aumentan la producción utilizando tecnologías y prácticas mejoradas, por ejemplo, variedades avanzadas de semillas, mecanizado de precisión, manejo eficiente de nutrientes y recursos hídricos, y mejores prácticas de cuidado de los animales. Por lo tanto, al utilizar los insumos agrícolas de manera eficiente con el objetivo de incrementar la producción, también se puede reducir el impacto ambiental de la agricultura y bajar los costos para los productores y los consumidores.

²⁴ La agricultura climáticamente inteligente es un enfoque integrado para la gestión de paisajes y sistemas alimentarios que tiene como objetivo contribuir simultáneamente a tres pilares: aumento sostenible de la productividad, mejora de la resiliencia climática y reducción o eliminación de las emisiones de GEI cuando sea posible.

la ausencia de servicios públicos de innovación agrícola (investigación, desarrollo y extensión)²⁵, así como a la falta de acceso a servicios y mercados financieros. Para impulsar la adopción de la ACI es esencial crear un entorno que permita brindar dichos servicios a gran escala. Las inversiones en productividad que tienen en cuenta el clima podrían generar beneficios considerables para el desarrollo y el clima: la contribución al crecimiento económico del país que acarrearía una mejora del 5 % en la productividad agrícola es 10 veces mayor que la que podría generarse siguiendo la simple práctica actual de ampliar la superficie de producción a través de la deforestación²⁶. Asimismo, invirtiendo USD 1 en productividad agrícola se obtienen ganancias por valor de casi USD 1,50 y se da empleo a los pobres de las zonas rurales (Corredor, 2016). En términos de creación de empleo, las inversiones en agricultura y ganadería generan beneficios más significativos que en la mayoría de los demás sectores (se crean 111 y 103 empleos directos, respectivamente, por cada USD 1 millón invertido) (Simas y Wiebe, 2020). Los productos básicos como la carne vacuna, los lácteos, el arroz, el café, el cacao, la caña de azúcar y los productos hortícolas son los que cuentan con mayor potencial de inversión en ACI debido a que su producción tiene un peso importante en las emisiones de GEI de Colombia y puede ofrecer beneficios de adaptación al cambio climático.

Dada su preponderancia como factor que impulsa el cambio del uso de la tierra y las emisiones de GEI en Colombia, el subsector ganadero debe lograr una producción más climáticamente inteligente. Gran parte del capital natural de Colombia se utiliza para la cría de ganado: el 91 % de las tierras agrícolas se destina al ganado bovino y de otros tipos (FAO, 2020). La Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada de la Ganadería Bovina (NAMA Bovina), adoptada en 2020, establece metas de reducción de emisiones y un conjunto de medidas y trayectorias para la incorporación de tecnologías agropecuarias climáticamente inteligentes. No obstante, a fin de reducir las emisiones en consonancia con los objetivos climáticos del país, hará falta ampliar estas medidas de forma considerable: se deberá hacer sostenible la producción de sistemas ganaderos que abarcan 16,3 millones de hectáreas, desacelerar la expansión de las zonas dedicadas a la pastura y el aumento de la cantidad de cabezas de ganado, e intensificar de modo sostenible la producción en 3,2 millones de hectáreas de tierras agrícolas. El potencial de inversión en prácticas climáticamente inteligentes en el sector ganadero supera los USD 1400 millones, en particular en sistemas silvopastoriles. Otras medidas prometedoras de esta modalidad son los bancos de forraje, el pastoreo rotatorio, los sistemas de gestión del agua y las ordeñadoras alimentadas con energía solar (IFC, 2022). Sin embargo, la adopción de tecnologías climáticamente inteligentes ha sido escasa, y, a pesar de su potencial, este subsector representa solo una pequeña parte del total de inversiones en prácticas de este tipo²⁷. Se necesitan cuantiosas inversiones públicas y privadas para transformar la NAMA Bovina en políticas e inversiones concretas que reduzcan las emisiones provenientes del ganado. Si bien el sector ganadero no ofrece beneficios rápidos de mitigación (su potencial para contribuir al objetivo de mitigación establecido en la CDN es de solo un 1,5 % a un 2,5 % en 2030, incluso si se considera una implementación acelerada), al cabo de 10 años podría representar el 4,3 % de las reducciones de emisiones de Colombia, un aporte importante dado su peso en la matriz de emisiones del país.

Para superar los obstáculos que impiden la adopción de la ACI, se requieren varios conjuntos coordinados de medidas. Aproximadamente el 96 % de la producción agrícola proveniente de tierras convertidas se destina a los mercados internos (Forest Trends, 2022), por lo cual las soluciones del lado de la demanda —que se necesitarán para alcanzar los objetivos de cero emisiones netas— deben ser principalmente nacionales. Sin embargo, a corto plazo, para acelerar la adopción de la ACI se requiere una mayor armonización de las políticas y los programas públicos a fin de aumentar el acceso a la innovación, los servicios de extensión rural, los servicios financieros y los mercados, además de inversiones generales, por ejemplo, para mejorar la infraestructura del agua y el transporte y los derechos sobre la tierra. Para alcanzar los objetivos amplios de incrementar la productividad, la seguridad alimentaria, la inclusión, la resiliencia climática y la sostenibilidad ambiental, los sectores público y privado deben trabajar juntos con el objetivo de lograr lo siguiente:

- » **Reorientar el apoyo a la agricultura para promover la innovación verde.** En la actualidad, Colombia proporciona el 88 % del apoyo público a la agricultura a través de intervenciones sobre los precios, como las medidas de estabilización. Esto distorsiona los precios y desalienta las mejoras tecnológicas (OCDE, 2020b). El apoyo agrícola debe reorientarse hacia la promoción de la innovación verde proporcionando bienes y servicios públicos, como investigación y desarrollo y servicios de extensión rural, y permitiendo un mayor financiamiento para la ACI. Estos esfuerzos impulsarán los cambios estructurales necesarios para mejorar la productividad, la competitividad a largo plazo y los ingresos tributarios, y para reducir la pobreza, las emisiones de GEI y las

²⁵ Entre 2010 y 2020, el apoyo al sector agrícola destinado a la prestación de servicios públicos como investigación y desarrollo, extensión rural y financiamiento agrícola representó el 2 % del total del apoyo público al sector. Fuente: OCDE (2020a).

²⁶ Análisis realizado por el Banco Mundial a partir del trabajo de Banerjee et al. (2021).

²⁷ Las inversiones actuales en ACI, según datos de FINAGRO, suman alrededor de USD 198 millones (estimados a partir de las cifras de 2021 para un período de 10 meses). Sin embargo, el 80 % de este monto se concentra en el subsector de los aguacates, mientras que la ganadería, que abarca una superficie de tierras mucho más amplia, representa solo una proporción menor. Las cifras deben considerarse como una estimación direccional promedio conservadora para un período de 10 años. Fuente: IFC (2022).

necesidades de tierra (Gautam et al., 2022; Pardo Martínez y Cotte Poveda, 2021). La reducción de las brechas de conectividad y digitalización entre las zonas rurales y urbanas y el aumento de la cobertura del riego, cuando corresponda, fortalecerán aún más el desempeño del sector.

- » **Fortalecer el sistema de innovación agrícola para integrar la ACI y las tecnologías y prácticas de innovación ganadera.** Es esencial que Colombia invierta en desarrollo, validación y ampliación de tecnologías que mejoren la productividad y permitan un uso más eficiente de los factores de producción, al tiempo que se preservan los recursos naturales y se reducen las emisiones de GEI. Estos esfuerzos deben estar alineados con los servicios de extensión para garantizar que la incorporación de las tecnologías avance sin problemas desde el inicio hasta la etapa de ampliación sobre el terreno. También se presentan importantes oportunidades de inversión privada en el ámbito de los sistemas agroforestales, el riego y la gestión del agua, y la infraestructura posterior a la cosecha para reducir las pérdidas de alimentos e introducir mejoras en la eficiencia energética a lo largo de las cadenas de valor agrícolas (IFC, 2022).
- » **Fomentar la innovación financiera para impulsar la adopción de tecnología y mejorar la gestión de riesgos.** Los agricultores se enfrentan a la falta de servicios financieros que contemplen adecuadamente los requisitos de las tecnologías de ACI, lo que en definitiva les impide adoptarlas. Es esencial ajustar la actual cartera de instrumentos crediticios y de gestión de riesgos para satisfacer las necesidades de inversión asociadas a la adopción de tecnología y, al mismo tiempo, aumentar la capacidad de todos los agricultores (pequeños y grandes) para potenciar sus inversiones a través del crédito. Esto incluye establecer períodos de gracia y de financiamiento más prolongados que se adapten a los ciclos de los cultivos, e incentivos crediticios para cambios sostenibles en el uso de la tierra, así como asistencia técnica vinculada con el financiamiento. El Gobierno podría asociarse con instituciones financieras, incluidas instituciones de microfinanzas de gran alcance, para ampliar el acceso al crédito en las zonas rurales. También podría establecer metas ambiciosas para que los bancos del segundo nivel amplíen el financiamiento para la ACI e incluyan criterios climáticos en sus decisiones de préstamos. Al mismo tiempo, sería necesario ampliar el suministro de garantías y de seguros agrícolas para mejorar la gestión de riesgos. Un mayor acceso a los seguros agrícolas es crucial para los pequeños productores. Para potenciar la aceptación y la adopción, el Gobierno podría intensificar sus esfuerzos por concientizar a los pequeños agricultores acerca de los beneficios de los seguros. Se podrían promover asociaciones entre las instituciones financieras, los proveedores de insumos, los prestadores de servicios de extensión y los compradores del mercado para integrar soluciones digitales en las prácticas de los productores y las empresas. Para ello habría que subsanar las deficiencias de conectividad en las zonas rurales y desarrollar bases de datos y aplicaciones agrícolas y meteorológicas para reforzar el funcionamiento de los seguros (IFC, 2022).
- » **Mejorar los sistemas y la administración de información sobre tierras, así como el cumplimiento de las leyes.** Sin estos elementos, el aumento de la productividad agrícola corre el riesgo de generar presión adicional sobre los ecosistemas naturales porque las mejoras crean incentivos económicos para una mayor expansión agrícola. Por lo tanto, la aplicación de las recomendaciones de la sección 3.1.1 es vital para permitir el éxito de las medidas mencionadas anteriormente y, al mismo tiempo, evitar los efectos no deseados del aumento de la productividad agrícola.

3.2. Desarrollo de infraestructura para una transición resiliente y con bajas emisiones de carbono

Mensajes principales

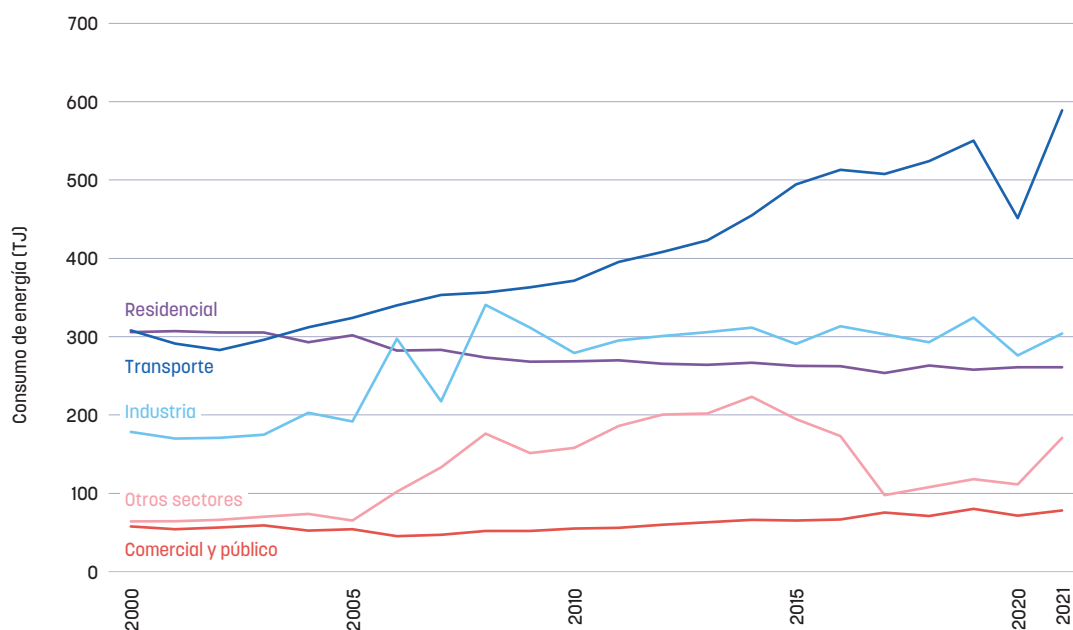
- * Con el objetivo de enmendar las actuales deficiencias, Colombia necesita inversiones para la adaptación al cambio climático en los sectores infraestructurales de transporte, energía y agua; estas beneficiarían a las regiones predominantemente vulnerables.
- * La descarbonización del sector energético requerirá la electrificación de toda la economía, medidas de eficiencia e inversiones en la generación de electricidad con energías renovables.
- * Más allá de la electrificación, la descarbonización de la economía colombiana requiere un fuerte compromiso para transformar el sector del transporte.
- * Un sector de transporte y energía resiliente y con cero emisiones netas exige una inversión adicional de USD 47 000 millones, lo que daría lugar a beneficios económicos y sociales superiores a los USD 32 000 millones entre 2023 y 2050.

El desarrollo de la infraestructura colombiana es un elemento central de sus programas de desarrollo y clima.

El país necesita cerrar las brechas de infraestructura para continuar con su desarrollo económico y social, pero debe hacerlo de una manera transformadora para proteger esas inversiones de los impactos del cambio climático y, al mismo tiempo, alcanzar sus objetivos de reducción de emisiones. Según Brichetti et al. (2021), para cerrar la brecha existente en Colombia será necesario invertir USD 100 000 millones entre 2019 y 2030 —USD 47 000 millones para transporte, USD 27 000 millones para energía, USD 20 000 millones para agua y USD 6000 millones para infraestructura digital—, y así poder alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible para 2030. Sin embargo, este valor no tiene en cuenta las necesidades adicionales para que la infraestructura sea resiliente frente al clima ni las inversiones necesarias para cambiar drásticamente la trayectoria de las emisiones de tendencia ascendente, en particular del sector del transporte (gráfico 3.2). Este CCDD usa los análisis existentes como base para cubrir esta brecha de conocimientos.

La infraestructura resiliente y con bajas emisiones de carbono impulsará la inclusión social. La infraestructura climáticamente resiliente —carreteras, electricidad, telecomunicaciones digitales y agua— es especialmente importante para reducir la desigualdad económica y la exclusión social en las regiones rezagadas, y aún más en las regiones afectadas por conflictos. Las inversiones en transporte público y transporte activo pueden beneficiar significativamente a las poblaciones de ingreso mediano y bajo y a los grupos desfavorecidos (Guzmán et al., 2023) al ampliar su acceso tanto al empleo como a las oportunidades económicas y reducir los accidentes viales, que, según se estima, causan anualmente más de 770 000 heridos y 6000 muertes, y son la principal causa de muerte en Colombia para el grupo de 5 a 29 años (Romero et al., 2018). También ayudarían a crear ciudades más seguras y saludables, lo que reduciría significativamente la contaminación atmosférica en un contexto en el que 15 000 muertes al año se asocian con este problema, en especial entre los ancianos, los niños y las personas con afecciones respiratorias y cardiovasculares existentes (INS, 2018).

GRÁFICO 3.2. El incremento del consumo de energía ha estado impulsado principalmente por el transporte y la industria



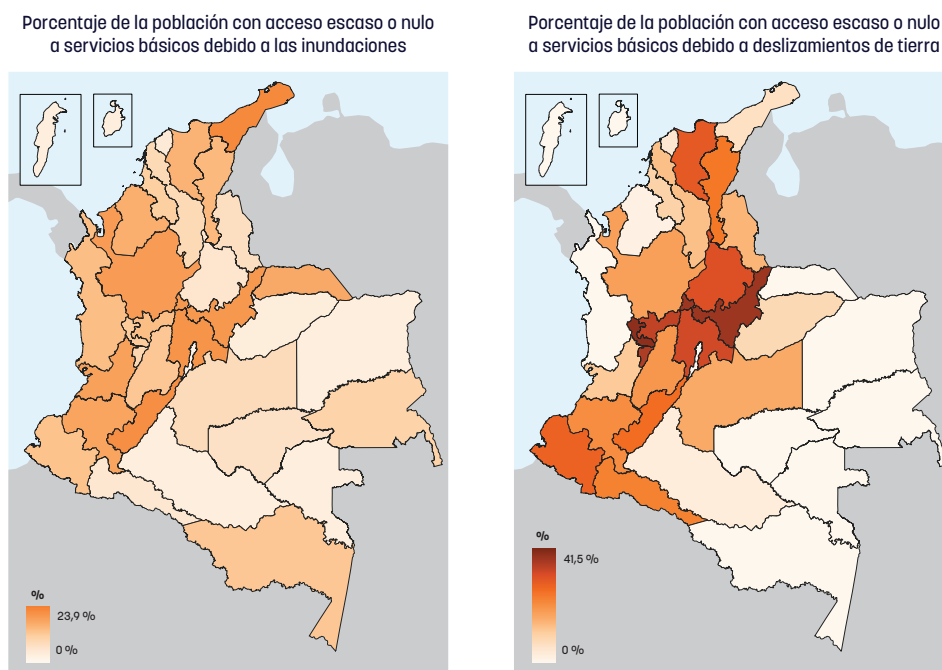
Fuente: Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME, 2022)

3.2.1. Para garantizar que los avances de desarrollo en las regiones rezagadas sean sostenidos, se necesitan inversiones en infraestructura climáticamente resiliente

Colombia debe aumentar significativamente la inversión en carreteras climáticamente resilientes para garantizar que los impactos climáticos no socaven los avances en la conectividad y el acceso a los servicios básicos (salud, educación, mercados). Debido a las malas condiciones de los caminos rurales, la baja densidad vial y la limitada conectividad de la red, unos 10,6 millones de personas (el 22 % de la población) tienen un bajo nivel de accesibilidad (60 minutos de tiempo de viaje o más) a servicios básicos como hospitales provinciales, educación superior o servicios de administración pública. Esta población se concentra en departamentos periféricos como Vichada (73 % de la población con bajo acceso), Chocó (53 %) y Putumayo (52 %) (gráfico 3.3). Los impactos provocados por el clima

provocan alteraciones en la red vial, y se estima que 2,2 millones y 3,4 millones de colombianos pierden el acceso a causa de inundaciones y deslizamientos de tierra con períodos de retorno de 50 años, respectivamente, debido a que no hay caminos rurales resilientes ante el clima. Eso equivale a un promedio de 230 000 personas cada año. Las proyecciones climáticas indican que esas cifras podrían aumentar un 60 % para 2050 y un 140 % para 2075. Invertir en la adaptación de los caminos rurales es fundamental para fortalecer la resiliencia y promover el crecimiento social y económico, especialmente en los departamentos con alto nivel de pobreza y bajo acceso a servicios básicos (Banco Mundial, 2023d). Sin embargo, en las zonas boscosas del país, en las inversiones en caminos rurales se debe considerar cuidadosamente el riesgo de deforestación aplicando los principios de la infraestructura vial verde (Gobierno de Colombia, WWF y FCDS, 2020).

GRÁFICO 3.3. Las inundaciones y los deslizamientos de tierra inducidos por el clima alteran el acceso por carretera a los servicios básicos y afectan a hasta el 24 % y el 41 % de la población, respectivamente, y en forma predominante en los departamentos pobres y periféricos



Fuente: Banco Mundial (2023d)

Además de carreteras rurales resilientes, la adaptación climática de las carreteras primarias puede generar grandes beneficios económicos, pero requerirá un aumento del financiamiento privado, para lo cual se pueden usar modelos APP que ya estén muy consolidados. Se estima que las necesidades de inversiones en proyectos de adaptación de los tramos clave de las carreteras primarias para minimizar los impactos de los deslizamientos de tierra, las inundaciones y los huracanes ascenderán a USD 675 millones para 2050²⁸ (Banco Mundial e IFC, 2022). Estas inversiones reducirían el daño directo a los activos y las necesidades de operación y mantenimiento, además de generar múltiples cobeneficios para el medio ambiente, las comunidades, los operadores viales y el Gobierno, tales como: i) reducción de los costos del transporte de carga como resultado de los cierres de carreteras, ii) reducción del riesgo de aislamiento de comunidades enteras, iii) mejora de los servicios ecosistémicos mediante el uso de soluciones basadas en la naturaleza y iv) mejora de la seguridad de la red vial primaria (que está concesionada en un 47 %) al reducir el número de accidentes por fenómenos naturales.

Este tipo de inversiones tiene una capacidad demostrada para movilizar capital privado en Colombia porque el actual entorno jurídico y regulatorio (programas de APP de cuarta y quinta generación) ofrece una base sólida para integrar la adaptación climática en el sector vial. Al respecto, para aumentar aún más el financiamiento del sector privado, Colombia podría: i) crear un entorno regulatorio que fomente la confianza de los inversionistas, proporcionando claridad sobre las funciones y responsabilidades de las partes interesadas, los marcos jurídicos e institucionales y los mecanismos para financiar medidas de resiliencia; ii) con aportes del sector privado, actualizar

²⁸ Valores netos actualizados de 2023, con un descuento del 6 %.

y seguir desarrollando una cartera de proyectos de reacondicionamiento financiables, incorporando evaluaciones del riesgo climático y proporcionando información sobre los beneficios económicos, sociales y ambientales de los proyectos; iii) implementar mecanismos de financiamiento combinado —entre otras cosas, préstamos en condiciones concesionarias específicas para el clima, garantías e inversiones en capital accionario para reducir el costo del capital—, mediante los cuales el Gobierno podría movilizar fondos públicos para reducir los riesgos y aumentar la rentabilidad para el sector privado; y iv) incorporar instrumentos de financiamiento para incentivar la inversión privada en resiliencia y adaptación climáticas. En el caso de los inversionistas en infraestructura, algunos ejemplos de estos instrumentos de financiamiento climático son: i) productos financieros vinculados a la sostenibilidad (por ejemplo, bonos y préstamos) para proyectos de infraestructura de transporte, que ofrezcan incentivos de precios vinculados al logro de resultados específicos, y ii) financiamiento combinado en condiciones concesionarias que incorpore contratos basados en el desempeño para vincular los pagos a los resultados de resiliencia (por ejemplo, reducción del riesgo de inundaciones). En el caso de los programas de infraestructura financiados por el sector público, algunos instrumentos podrían ser: i) bonos para casos de catástrofe relativos a infraestructura, que transfieran los riesgos relacionados con el clima a los mercados de capital, y ii) fondos verdes que ofrezcan condiciones concesionarias.

Mantener el alto nivel de uso de la energía hidroeléctrica, combinado con un aumento de la producción de energía eólica y solar, y una mejora de la infraestructura de transmisión, creará un sistema de generación de energía sólido y resiliente al clima. Las tendencias climáticas de Colombia apuntan a una disponibilidad ligeramente mayor de agua para energía hidroeléctrica en todo el territorio nacional. En los escenarios analizados por el Banco Mundial (Banco Mundial, 2023c), adaptarse a esta disponibilidad mediante la inclusión de energía hidroeléctrica en la expansión del sistema produciría beneficios netos, debido a la menor necesidad de inversiones y a la reducción de costos netos actualizados en general. Si bien no se prevé que la disponibilidad de agua aumente en todas las cuencas, la distribución es tal que los flujos promedio de energía se incrementarán en todo el sistema sin impactos negativos considerables en la variabilidad interanual. Aunque aún se calcula que en los años de El Niño disminuirá considerablemente la generación de energía hidroeléctrica, los riesgos de déficit no aumentan de forma sustancial. Esto se debe a la considerable proporción de energías renovables no hidroeléctricas (en particular, eólica y solar) que se prevé poner en marcha en los próximos años como parte de la solución de menor costo para ampliar la generación, y a la complementariedad de estas tecnologías con la energía hidroeléctrica en la escala de tiempo pertinente para el funcionamiento del sistema de Colombia: las energías eólica y solar tienen una menor variabilidad a largo plazo que la energía hidroeléctrica, mientras que la energía hidroeléctrica puede ser gestionada para contrarrestar su variabilidad a corto plazo. La expansión del sistema de generación y transmisión de electricidad seguirá dependiendo de esta complementariedad entre diferentes fuentes renovables, aprovechando las subastas y otras políticas ya utilizadas en Colombia, pero requerirá una mayor capacidad de los actores de los sectores público y privado en términos de planificación, necesidades de la cadena de suministro y de la fuerza de trabajo, capacidad de preparación y ejecución de los proyectos, y disponibilidad de financiamiento.

Contar con un sistema eléctrico y de telecomunicaciones digitales climáticamente resiliente tiene un fuerte impacto en la inclusión social, ya que ayuda a aumentar el acceso de quienes no están conectados a la red o tienen una calidad de servicio extremadamente baja. Si bien la cobertura eléctrica es del 97 %, unos 500 000 hogares aún no tienen acceso a la electricidad, de los cuales casi 170 000 se encuentran en zonas donde no hay red (UPME, 2019). Existen grandes disparidades regionales en el acceso a la infraestructura: en el departamento de La Guajira, por ejemplo, solo el 70 % de la población tiene servicio eléctrico²⁹. Se observan brechas similares en la infraestructura de los servicios de telecomunicaciones digitales: Amazonas, Vaupés y Vichada tienen tasas de penetración inferiores al 5 %, menos de una décima parte del promedio nacional de penetración de la banda ancha fija en los hogares, mientras que Bogotá y Antioquia tienen tasas del 76 % y el 63 %, respectivamente (DANE, 2021).

El acceso confiable a la energía, los servicios digitales o las telecomunicaciones es esencial para mejorar la calidad de vida y la participación ciudadana, y es un factor central para aumentar la productividad, por lo cual es un elemento primordial para la resiliencia climática y el desarrollo económico. La implementación propuesta de formas de energía renovable no convencional (como energía solar o eólica) y la expansión de la red eléctrica pueden ayudar a aumentar el acceso a la energía con el menor impacto ambiental posible y, al mismo tiempo, aumentar la resiliencia de la generación de electricidad en el contexto de los impactos climáticos. Además, ofrecen la oportunidad de mejorar los medios de subsistencia respaldando formas limpias de cocinar, ayudando a los colombianos a pasar del uso de leña y carbón vegetal a opciones con menor impacto en los recursos naturales y la salud. Por último, conviene señalar que la calidad de los servicios eléctricos es desigual en el país, ya que algunas empresas de distribución informan pérdidas de hasta el 30 % y frecuencias de interrupción del servicio tres veces más altas que el promedio nacional (Banco Mundial, 2023g).

²⁹ Cálculos del Banco Mundial a partir de datos de la UPME (2019) y del DANE (2018).

Al garantizar la seguridad hídrica a través de inversiones en abastecimiento de agua, saneamiento y riego, se estimulará el desarrollo económico y social en las regiones rezagadas y, al mismo tiempo, se generará resiliencia en el contexto del cambio climático. Colombia es uno de los países más ricos en recursos hídricos del mundo. A pesar de ello, la distribución desigual de la población crea un desajuste entre la disponibilidad de agua dulce y la demanda concentrada, lo que, sumado a la contaminación, el cambio en el uso de la tierra y un régimen pluvial altamente variable, hacen que la gestión de este recurso sea un desafío crítico. El aumento de las temperaturas ya está provocando una rápida reducción de los glaciares andinos, una fuente clave de origen de los ríos. En las zonas que ya se ven afectadas por estrés hídrico, en particular en el centro y norte del país, se sentirían intensamente hasta las ligeras disminuciones de las precipitaciones que se prevén en diversos escenarios climáticos. Por lo tanto, se debe dar prioridad a las inversiones en abastecimiento de agua, saneamiento y riego, especialmente en las zonas rezagadas con estrés hídrico, visto que tendrían efectos positivos conjuntos en la salud pública, el capital humano y la resiliencia climática. Adicionalmente, en un entorno institucional fragmentado, la racionalización de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento puede generar mejoras de eficiencia en términos de financiamiento, calidad de los servicios y protección de las fuentes de agua (Banco Mundial, 2020), lo que aumenta la resiliencia de los proveedores de servicios, que podrían enfrentarse a mayores costos de inversión en un escenario de cambio climático. En este contexto, el nuevo foco del plan de desarrollo más reciente en cuanto a la planificación de los recursos hídricos es un avance útil.

3.2.2. El sector del transporte requiere una gran transformación para alinearse con los compromisos de cero emisiones netas

Colombia ha establecido una ambiciosa agenda de transformación para el sector del transporte en consonancia con el objetivo de cero emisiones netas, que producirá grandes beneficios sociales y económicos. Para hacer su parte en lo que respecta a alcanzar la meta de cero emisiones netas, el sector colombiano del transporte debe incorporar medidas de mitigación centradas en el cambio de las modalidades, las fuentes de energía y la tecnología. Las emisiones actuales son generadas principalmente por el transporte vial (85 %), que a su vez se divide en un 65 % y un 35 % entre transporte de pasajeros y de carga. En el caso del transporte de carga, para alcanzar las cero emisiones netas se requiere, entre otras cosas, aumentar la participación del ferrocarril en estas operaciones del 7 % al 20 % para 2030 y al 42 % para 2050. En los entornos urbanos se requiere aumentar la proporción de viajes en metro, ferrocarril y teleférico del 0,2 % al 2 %, y del transporte no motorizado (caminar y andar en bicicleta) del 1 % al 15 %, lo que implica una ampliación de las ciclovías a 1750 kilómetros. Entre 2022 y 2050, esta ambiciosa transformación generará cobeneficios del orden de los USD 23 000 millones, incluidos beneficios para la salud derivados del aumento de la actividad física, la reducción de la contaminación atmosférica y acústica, la disminución de las muertes y lesiones relacionadas con el tráfico, y una menor congestión en las principales zonas urbanas (Banco Mundial, 2023e).

Para avanzar con la descarbonización del sector del transporte, Colombia debe aprovechar los avances existentes centrándose en la electrificación de los sistemas de transporte público y el cambio modal hacia el transporte activo. Colombia es reconocida como líder mundial en transporte público mediante buses, y siete de sus ciudades cuentan con sistemas de transporte masivo (autobuses de tránsito rápido, teleféricos y metro en Medellín) que trasladan al 17 % de los ciudadanos. Cuando estén en pleno funcionamiento en 2025, los 1485 autobuses eléctricos de Bogotá probablemente constituirán la mayor flota de este tipo de vehículos de la región. Continuar con la electrificación de los autobuses debe ser la prioridad, ya que actualmente se trata de una alternativa viable desde el punto de vista financiero y, además, da lugar a una mejor calidad del aire y a los consiguientes beneficios para la salud (Briceno-Garmendia, Qiao y Foster, 2023). Para alcanzar las metas de descarbonización, el 67 % del transporte público y el 55 % de todos los automóviles deberían ser eléctricos ya en el 2030. Asimismo, la electrificación del transporte público actúa como base de aprendizaje para los segmentos de transporte que son más difíciles de descarbonizar, como los vehículos privados o el transporte con camiones. Si bien Colombia tenía, a junio de 2022, 8300 vehículos eléctricos registrados, de los cuales 2400 eran automóviles (MT, 2022), no está bien encaminada para alcanzar sus objetivos de lograr 600 000 automóviles eléctricos para 2030. El Gobierno debería invertir en la creación de incentivos para la implementación de una red de estaciones de carga público-privada, sólida y de gran disponibilidad, ya que se ha demostrado que es la medida más eficaz en función de los costos para aumentar la electrificación a mediano plazo (Briceno-Garmendia, Qiao y Foster, 2023). Además, Bogotá es líder regional en transporte no motorizado: el 6 % de todos los viajes se realizan en bicicleta debido a los sólidos compromisos en materia de políticas, las inversiones en infraestructura y las serias congestiones que protagonizan los usuarios de vehículos privados. De hecho, las modalidades de transporte no motorizado (caminar y andar en bicicleta) son la medida de mitigación más eficaz en función de los costos de la CDN de Colombia (VITO y Uniandes, de próxima aparición). Se debe priorizar un cambio más profundo hacia esta forma de movilidad, pero esto dependerá de una planificación urbana propicia.

Si bien Colombia ha sido pionera en cuanto a la participación del sector privado en la prestación de servicios de transporte público, para aumentar el uso de esta modalidad y lograr la electrificación de las flotas será fundamental mejorar los modelos de concesión y mantener bajo control los recursos públicos utilizados para los gastos de operación. Desde 2016, el aumento de las tasas de motorización y la aparición de modalidades informales de transporte han dado lugar a un estancamiento del número de pasajeros del transporte público en la mayoría de las ciudades colombianas, excepto en Bogotá y Medellín (Gómez-Lobo, 2020). Esto ha generado un panorama financiero estructural negativo para los sistemas de transporte público urbano. En respuesta a este panorama, Bogotá está separando la provisión de flotas de la obligación de operar, aislando los riesgos asumidos por los concesionarios y sus financistas de los riesgos asociados con la ejecución, la demanda o el desempeño. Estos modelos de operación mejorados podrían permitir una transición exitosa de las flotas diésel a vehículos con bajas emisiones de carbono al mejorar su bancabilidad, pero es probable que demanden una mayor cantidad de financiamiento público, como lo demuestra el caso de Bogotá. Para que estos modelos de negocio funcionen, en primer lugar, se requieren compromisos vinculantes de los Gobiernos locales para cubrir el déficit estructural de la relación tarifaria del transporte; en segundo lugar, las obligaciones financieras contractuales de las entidades del sector público deben ser exigibles en caso de incumplimiento.

Además de acelerar significativamente la implementación de una visión sólida para la infraestructura de transporte multimodal, la descarbonización del transporte de carga requiere una revisión considerable de las políticas de emisiones que rigen el sector de los camiones. El sector de carga por carretera, que tiene el monopolio de facto de las cargas —el 92 % del transporte se realiza por este medio, sin incluir el petróleo ni el carbón—, presenta un desempeño inferior a sus pares regionales en términos de normas de emisión, modernización de las flotas, tecnologías de combustible, intermodalidad y gestión avanzada de la logística. Solo el 12 % de la flota de camiones tiene motores que cumplen con las normas de emisiones Euro IV o superiores. Pese a que en los esfuerzos gubernamentales para la próxima década se da prioridad a las modalidades fluviales y ferroviarias, a través del nuevo programa de cartera basada en APP de quinta generación, con gastos de capital por valor de USD 1000 millones en las dos primeras etapas, no se prevé que el cambio de modalidad genere reducciones de emisiones considerables antes de 2032. En este sentido, en el sector del transporte de camiones deberían aplicarse políticas y medidas de inversión más contundentes para abordar el problema de las emisiones en general.

La visión de descarbonización del sector de carga de Colombia —basado principalmente en el uso de carreteras— debe centrarse en la ejecución de un programa de transporte vial con bajas emisiones de carbono, con el objetivo de reducir las emisiones de GEI del sector en un 20 % para 2032. Un programa de este tipo debería incluir medidas normativas e inversiones que aceleren: i) la adopción de normas estrictas sobre las emisiones para los nuevos camiones que ingresen en el mercado, como mínimo Euro V, a fin de garantizar que la sustitución de los vehículos dé lugar a la introducción de alternativas más limpias y eficientes; ii) el financiamiento en condiciones concesionarias (a través del fondo de reposición de flotas creado recientemente) para fomentar la modernización de las flotas mediante una combinación de incentivos fiscales y préstamos en condiciones concesionarias y subsidios, en particular para las unidades que cumplan con la norma Euro VI, camiones propulsados por gas natural comprimido (GNC) y experiencias piloto con vehículos eléctricos y de hidrógeno; iii) la adopción de tecnologías alternativas sostenibles en cuanto al uso de combustibles, como las unidades eléctricas, de baterías de combustible de hidrógeno y biocombustibles; iv) la creación de infraestructura para combustibles alternativos, incluidas estaciones de carga para camiones, e instalaciones de reabastecimiento de hidrógeno y mezcla de biodiésel; v) en coordinación con el sector privado, la adopción de una gestión logística inteligente y avanzada, que incluya la optimización de las rutas, la minimización de los viajes de vuelta con poca o ninguna carga, la capacitación de los conductores para ganar en eficiencia y un mantenimiento adecuado; y vi) la mejora de la infraestructura logística, incluida la incorporación de corredores de carga, la expansión de la infraestructura intermodal y la mejora de la red vial, para reducir los cuellos de botella y la congestión.

3.2.3. El sector energético requiere inversiones en energía renovable, mejoras en la transmisión de electricidad y aumento de eficiencia

Colombia necesita una ambiciosa expansión del sector eléctrico que implica alinear las políticas, la planificación y las regulaciones con sus objetivos de descarbonización. En la actual planificación energética del Gobierno se prevé que la electricidad cubrirá entre el 20 % (Plan Energético Nacional 2020 [PEN2020]) y el 70 % (Estrategia Climática de Largo Plazo E2050) de todas las necesidades de energía para 2050 (MME, 2021b). Sin embargo, la trayectoria más viable para alcanzar las cero emisiones netas implicará una cobertura del 70 %. Para lograr este objetivo, la generación de electricidad para 2050 debería ser hasta cinco veces mayor que la prevista actualmente para ese año. A su vez, esto requerirá que la capacidad de generación de energía renovable aumente de un valor de referencia del 3 % anual al 18 % anual de 2023 a 2050 (UPME, 2020). Esto constituiría una exigente tasa de expansión de los sistemas de generación y transmisión de electricidad, que podría crear mucha presión a las capacidades de los actores de los sectores público y privado en lo que respecta al aumento de las necesidades de la cadena de suministro

y la fuerza de trabajo, la capacidad de preparación y ejecución de los proyectos, y la disponibilidad de financiamiento. Para facilitar esta transición se necesitará, entre otras cosas, alinear las políticas, la planificación y las regulaciones del sector eléctrico con el ambicioso escenario de transformación; planificar la transmisión de manera que se tengan en cuenta los futuros requisitos de energía renovable, incluso antes de que se presenten nuevas solicitudes de conexión; regular el mercado mayorista para que refleje mejor los servicios de red proporcionados por las energías renovables, y aplicar procesos sociales y ambientales que involucren a las comunidades en una etapa más temprana.

El aumento de la eficiencia energética puede generar beneficios para toda la economía y reforzar las iniciativas que el sector privado y el financiamiento verde están impulsando con éxito. Desde 2015 se ha venido desarrollando un ecosistema próspero para la eficiencia energética en el sector de la construcción, gracias a una combinación de políticas e incentivos gubernamentales (ley de eficiencia energética, código de construcción ecológica e incentivos fiscales), la promoción de certificaciones de edificios verdes por parte del sector privado y los instrumentos innovadores de financiamiento verde. La Cámara Colombiana de la Construcción, una asociación del sector privado, encabezó la promoción de inversiones en construcción sostenible con la aplicación de Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias (EDGE, por su sigla en inglés), un programa de certificación de edificios verdes para reducir el consumo de energía, agua, y la energía que se utiliza en los materiales de construcción. Esto se ha convertido en un factor importante para la adopción de prácticas de construcción sostenibles. Las estimaciones de nuevo suelo edificado con certificación EDGE en el país se ubicó alrededor del 27 % en 2022, una tasa de penetración alta para una certificación reconocida internacionalmente en los mercados emergentes. Además, la Cámara Colombiana de la Construcción y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible promueven el uso de incentivos y el apoyo a la capacidad técnica a nivel municipal para acelerar aún más la adopción de criterios de sostenibilidad en los proyectos de construcción. En 2022 cinco bancos comerciales ya ofrecían hipotecas verdes o algún tipo de financiamiento para la construcción verde. Esto proporciona, tanto a los desarrolladores inmobiliarios como a los clientes finales, tasas atractivas para financiar sus proyectos y viviendas. El equipo del Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono —dirigido por el MADS y el Ministerio de Vivienda, y con una fuerte participación de organizaciones del sector privado y representantes de los Gobiernos locales— ha elaborado una hoja de ruta nacional para apoyar la transición hacia edificios con cero emisiones netas de carbono. En la hoja de ruta se ofrecen recomendaciones normativas y regulatorias para que las instituciones financieras, el sector inmobiliario y los Gobiernos locales aceleren los avances. Si bien aún quedan desafíos —específicamente en torno a la descarbonización de los materiales de construcción (por ejemplo, el cemento), la producción y las innovaciones tecnológicas—, esta exitosa plataforma de diálogo público-privada para la definición conjunta de desafíos, soluciones y metas sobre cómo llegar a las cero emisiones netas podría ser un modelo para que otros sectores aceleren el ritmo de las inversiones en mitigación y adaptación. La ampliación de las políticas y las regulaciones sobre eficiencia energética en toda la economía (incluidos los sectores de vivienda, industria, agricultura y servicios) hasta alcanzar el mejor nivel de desempeño de América Latina (el de México³⁰) podría reducir el gasto en energía de Colombia en alrededor de USD 600 millones al año, lo que equivale al 3 % del gasto ordinario (Banco Mundial, 2023h).

El combustible de hidrógeno con bajas emisiones de carbono es una solución a mediano plazo prometedora para descarbonizar sectores difíciles, como la industria, la minería y el transporte de larga distancia. Si bien la eficiencia energética y la electrificación son prioritarias para la descarbonización del sector energético, Colombia debe desarrollar alternativas viables a largo plazo para sectores en los cuales la reducción es más difícil de conseguir. Los abundantes recursos de electricidad renovable de Colombia pueden ayudar a lograr ambos objetivos, en consonancia con la Hoja De Ruta del Hidrógeno del país, que incluyó una evaluación de la competitividad según la cual el país tiene el potencial para competir con países como Chile y Australia en la producción del hidrógeno verde más barato del mundo (USD 1,70/kg para 2030) (MME, 2021a). Los sectores de la industria, la minería y ciertos segmentos del transporte en los que es difícil reducir los combustibles contaminantes (principalmente el transporte de carga de larga distancia) podrían disminuir parcialmente su intensidad de carbono mediante la integración del hidrógeno con bajas emisiones de carbono en sus procesos, lo que también ayudaría a acelerar y ampliar la integración de la tecnología del hidrógeno en Colombia. El país cuenta con los elementos necesarios —entorno macroeconómico estable, políticas propicias, excelentes recursos eólicos en La Guajira, gran potencial de mercado interno— para convertirse en un productor competitivo de hidrógeno con bajas emisiones de carbono. Se deben formular e implementar regulaciones para la producción y el uso del hidrógeno, incluidos los mecanismos de certificación sobre bajas emisiones de carbono, la estandarización y la homologación de los componentes en la cadena de valor del hidrógeno, y regulaciones para el transporte, el almacenamiento y la distribución. El desarrollo del sector de la energía eólica marina en Colombia, junto con el desarrollo de la producción de hidrógeno verde y la industria de derivados, ofrece la oportunidad no solo de promover la descarbonización nacional, sino también de crear nuevos mercados de exportación.

³⁰ Utilizando las calificaciones RISE (rise.esmap.org) de 2019, que miden el nivel de avances en la formulación y la implementación de políticas relacionadas con energía.

La descarbonización del sector energético requerirá inversiones adicionales de entre USD 30 000 millones y USD 60 000 millones para 2050, lo que implicará una movilización considerable del sector privado. Para cumplir las metas de mitigación de Colombia, la electricidad proveniente de fuentes renovables debe alcanzar los 24 GW y el hidrógeno verde debe cubrir al menos el 2 % de la energía utilizada en el sector industrial para 2030. Según las previsiones a largo plazo para el sector eléctrico, el total de necesidades de inversión adicionales será de entre USD 30 000 millones y USD 60 000 millones para alcanzar los objetivos de cero emisiones netas para 2050, dependiendo de los escenarios de demanda y de las medidas de descarbonización (estimaciones del Banco Mundial [2023e] y de la UPME [2020], respectivamente). Si bien Colombia tiene acceso a los mercados internacionales, aún necesita apalancar plenamente su sector financiero privado nacional para proporcionar un financiamiento a largo plazo que cubra las necesidades de inversión. Dada la naturaleza y el nivel de madurez del sector de la electricidad renovable, por ejemplo, este tipo de inversiones generalmente se financia por medio de esquemas de financiamiento de proyectos. No obstante, Colombia podría ampliar la disponibilidad de acuerdos de compra de energía a largo plazo financiados a través de nuevas subastas u otros mecanismos que ayuden a crear un mercado para estos contratos. Los recientes esfuerzos innovadores del Gobierno —como las subastas dobles de generación renovable—, junto con un entorno regulatorio estable y la labor continua para establecer condiciones igualitarias para la energía renovable, pueden contribuir en gran medida a atraer a las empresas privadas.

3.3. Un enfoque centrado en las personas para gestionar los impactos climáticos y la transición hacia bajos niveles de emisión de carbono

Mensajes principales

- * Los sistemas actuales de protección social no ofrecen suficiente protección a los hogares vulnerables en caso de crisis climáticas; sería útil que fueran más adaptables.
- * Alcanzar el objetivo de descarbonización en Colombia para 2030 representaría la creación de aproximadamente 347 000 empleos en promedio. Sin embargo, habrá ganadores y perdedores, y la creación de programas sociales integrales para garantizar una transición justa será clave para la aceptabilidad social de la transición hacia los bajos niveles de emisión de carbono en Colombia; será fundamental hacer énfasis en las zonas geográficas con mayor riesgo de pérdidas económicas y de empleo significativas, como las regiones mineras de carbón de La Guajira, Cesar y Boyacá.

Una transición equitativa y justa es una condición necesaria para garantizar que la mitigación del cambio y los impactos climáticos no profundicen las desigualdades, y para maximizar el potencial de desarrollo de las medidas de adaptación, especialmente dada la alta desigualdad subyacente de Colombia. El sistema colombiano de protección social no está preparado para responder a las crisis (Banco Mundial, 2021b), y, en un país donde un número considerable de empleos depende de la industria de los hidrocarburos y otros sectores con elevada intensidad de emisiones, es necesario gestionar los riesgos de la transición.

3.3.1. Se necesitan mejoras en los programas de protección social para proteger a los más vulnerables ante impactos climáticos

Aunque el sistema de protección social cumple la función de mitigación de las perturbaciones, aún no es lo suficientemente sólido como para amortiguar los impactos de las crisis en todos los colombianos. Durante la reciente crisis provocada por la COVID-19, se estima que las transferencias de emergencia del Gobierno mitigaron alrededor de la cuarta parte del impacto negativo en la pobreza. Si se produjera una crisis grave relacionada con el clima, el 45,5 % de los hogares de los departamentos más afectados no estaría cubierto por los mecanismos de asistencia social existentes (cuadro 3.1), mientras que el 11,4 % de los nuevos pobres pasaría a necesitar cobertura. En tal caso, se estima que la pobreza y la desigualdad aumentarían, y que alrededor de 3 millones de personas pobres caerían en una pobreza más profunda. Por ejemplo, en departamentos como Magdalena, con un índice de pobreza de referencia del 53,5 %, la pobreza total y la pobreza extrema aumentarían en 3 y 4 puntos porcentuales, respectivamente (Dávalos *et al.*, 2023).

CUADRO 3.1. Casi la mitad de los hogares de los departamentos vulnerables al cambio climático no están cubiertos por ningún programa de asistencia social

	Algún programa social	Más Familias en Acción	Jóvenes en Acción	Colombia Mayor	Ingreso Solidario*	Devolución del IVA
Cobertura de los programas sociales para casos de perturbaciones climáticas (microdatos de referencia de 2019, programas simulados)						
Todos los hogares	39,3	12,7	0,4	7	20,1	13,4
Hogares de los departamentos más afectados	54,5	21,1	0,6	8,7	25,7	21,8
Hogares rurales	62,2	25,3	0,4	12,7	25,5	26,9
Nuevos hogares pobres	77,7	25,4	0,8	11,2	42,9	28,4
Nuevos pobres en los departamentos más afectados	88,6	33,2	0,4	10,8	47,2	36,1
Nuevos hogares pobres y rurales	95,4	34,9	0,8	13,8	49,2	41,9

Fuente: estimaciones del Banco Mundial basadas en la Gran Encuesta Integrada de Hogares de 2019 del DANE (DANE-GEIH-2019)

Nota: para obtener estos resultados, se simulan programas como Ingreso Solidario y Devolución del IVA en función de las normas de ingreso a los programas utilizando datos de la GEIH-2019. * Ingreso Solidario finalizó en diciembre de 2022, y se está preparando un nuevo diseño para el sistema de protección social; con la eliminación del programa, aumentará el número de hogares no cubiertos

Para responder a las perturbaciones climáticas, el Gobierno debe aprovechar los esfuerzos existentes y lograr que el sistema de protección social sea más adaptativo. El Gobierno ha comenzado a adaptar los programas de protección social mediante la implementación de medidas para hacer frente a la pandemia de COVID-19 y los fenómenos climáticos extremos. Estas medidas incipientes incluyen la ampliación horizontal (cobertura) y vertical (monto) de los beneficios, así como innovaciones en la selección de los beneficiarios y en la entrega de los pagos. Sin embargo, los programas de asistencia social requieren los siguientes cambios: i) mejorar significativamente la cobertura y el monto de los beneficios; ii) adaptar los programas de inclusión productiva para que contemplen medidas de resiliencia climática; iii) innovar en la cadena de ejecución de los programas de protección social (desde la selección de los beneficiarios hasta la gestión de casos); iv) crear instrumentos de financiamiento anticíclicos y reorientar los recursos hacia las zonas propensas al riesgo de desastres climáticos, donde se concentran las personas más pobres; v) fortalecer los sistemas de alerta temprana y la interoperabilidad entre el registro social y el registro de gestión del riesgo de desastres; y vi) reforzar la coordinación interinstitucional entre los sectores de la protección social y de gestión del riesgo de desastres.

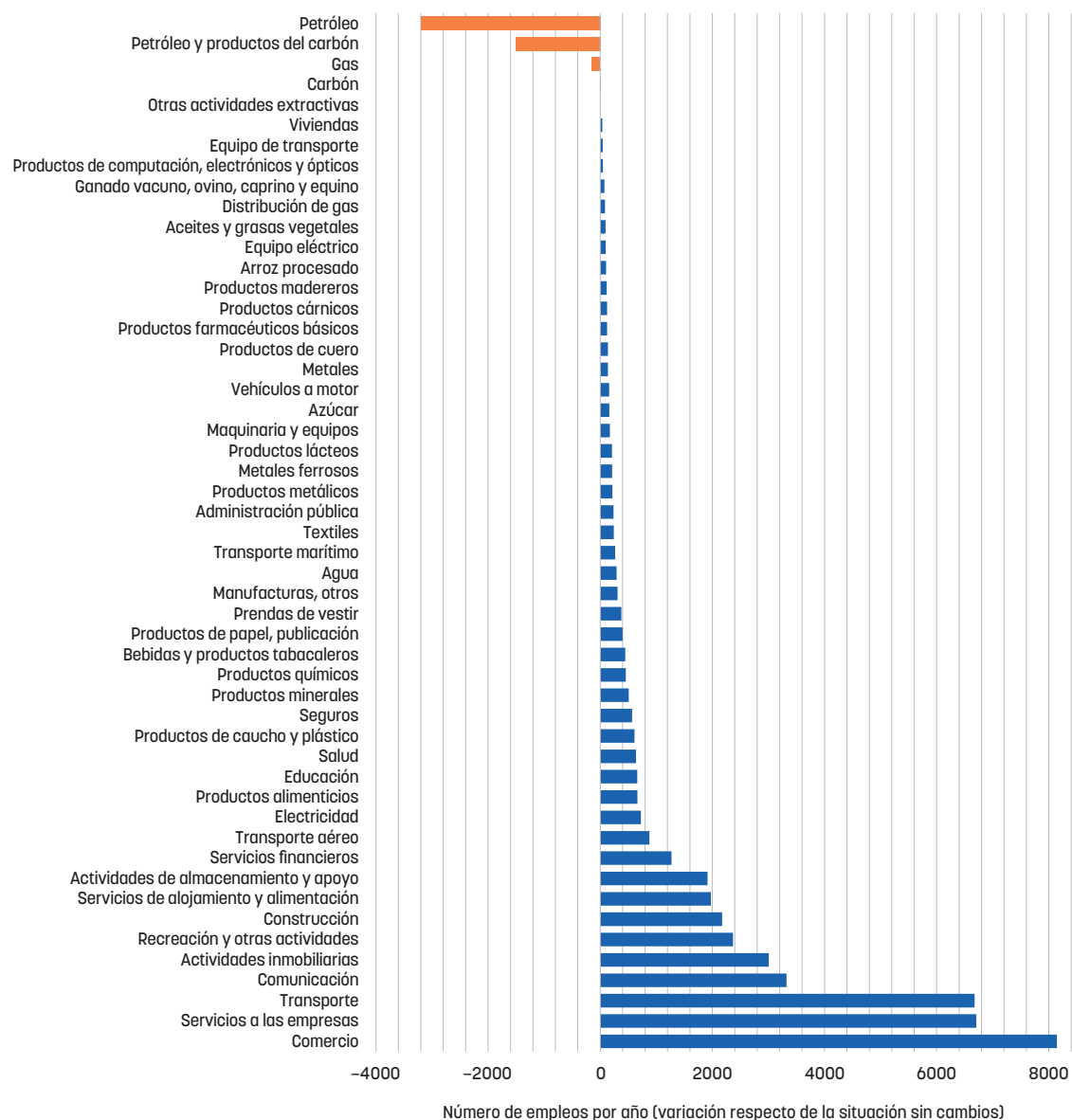
3.3.2. La transición hacia niveles bajos de emisión de carbono crearía empleos en términos generales, pero también aumentaría la vulnerabilidad de ciertos grupos de trabajadores

Cumpliendo la meta de mitigación de la CDN, Colombia podría llegar a sumar aproximadamente 347 000 empleos (o el 1,6 % del nivel de empleo de 2022) entre hoy y 2030, en comparación con un escenario sin cambios. Sin embargo, los impactos sectoriales y en la pobreza variarán en ese período (Banco Mundial, 2023b)³¹. La tasa de absorción en sectores en expansión de los trabajadores desplazados dependerá de la relevancia de estos sectores dentro de la actividad económica local, de la disponibilidad de empleos similares en los mercados laborales locales y de la capacidad de las empresas para mejorar sus niveles de producción. Es previsible que los sectores de minería del carbón (concentrado en Boyacá) y extracción de petróleo (concentrado en Santander) se contraigan debido a la transición. Si bien muchos otros sectores crecerán como consecuencia de la transición (gráfico 3.4), no necesariamente volverán a emplear a los trabajadores despedidos de los sectores contratantes. Por ejemplo, en Boyacá los empleos en riesgo en la minería del carbón tienen menos probabilidades de ser absorbidos por sectores en expansión, ya que las empresas de estos sectores ofrecen oportunidades en puestos con requisitos de capacitación diferentes, lo que limita la transición de los trabajadores en riesgo. Por el contrario, en Santander, la capacidad de absorción de los empleos derivados de la extracción petrolera es mayor para todos los empleos en riesgo, y aún más para las ocupaciones que son más fáciles de recalificar, debido a que las empresas de los sectores en expansión brindan oportunidades con requisitos de aptitudes más similares a los de las ocupaciones en riesgo, especialmente

³¹ En este análisis solo se consideran los efectos de alcanzar los objetivos de mitigación de la CDN de Colombia; no se tienen en cuenta los impactos de las tendencias mundiales de descarbonización, como la reducción de la demanda de petróleo y carbón.

en el caso de los trabajadores que dependen más de las aptitudes manuales, y que pueden volver a capacitarse con mayor facilidad para las oportunidades laborales similares disponibles. Por último, el aumento de la competitividad de los sectores en expansión mediante la mejora de las empresas y las capacidades de emprendimiento puede conducir a mayores tasas de recontractación de los trabajadores con puestos de trabajo en riesgo. Por ejemplo, un aumento del 5 % en la productividad de los sectores en expansión en Santander podría dar lugar a la plena absorción de los trabajadores de algunas ocupaciones en riesgo en la extracción petrolera, como los guardias de seguridad. Sin embargo, la capacidad y la disposición de los trabajadores para hacer la transición a nuevas oportunidades de empleo también dependen de factores personales, comunitarios y culturales.

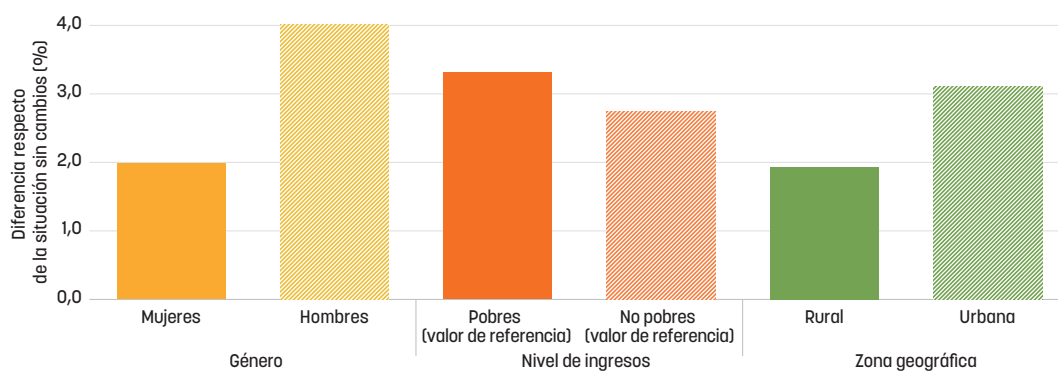
GRÁFICO 3.4. Los sectores del comercio, los servicios empresariales, el transporte y las comunicaciones serán los que tendrán la mayor creación neta de empleo por la transición a las bajas emisiones de carbono



Fuente: Banco Mundial (2023b)
 Nota: en este gráfico se informa la creación neta anual promedio de empleos por sector desde la adopción de medidas de mitigación en toda la economía para cumplir con las metas de la CDN de Colombia para 2030 en relación con el escenario sin cambios. La simulación se basa en una metodología que utiliza información de la GEIH de Colombia. Se tienen en cuenta características demográficas tales como la zona geográfica, el nivel de pobreza, el sexo, la educación y el sector de la actividad. No se incluye el estado de informalidad

La descarbonización conduciría tanto a más transiciones de un empleo a otro como a transiciones entre el desempleo y el empleo. Si bien la descarbonización crea más puestos de trabajo nuevos tanto para hombres como para mujeres, debido a las persistentes desigualdades laborales en los sectores con la mayor parte de los aumentos laborales (es decir, transporte y comunicaciones), los hombres pueden obtener más nuevos empleos en comparación con las mujeres (gráfico 3.5). Las personas pobres son absorbidas con mayor facilidad por los sectores que contratan grandes cantidades de trabajadores poco calificados, como el comercio, el transporte y las comunicaciones, representando el 36 % de los nuevos ingresantes. Por el contrario, se benefician menos con la expansión del empleo en sectores bien remunerados y predominantemente formales, como los servicios de alto valor agregado (por ejemplo, las finanzas), en el cual representan el 23 % de los nuevos ingresantes. En términos generales, mientras se espera que el comercio, el transporte y las comunicaciones sean los sectores que más se expandan en la transición hacia un modelo con bajas emisiones de carbono, se crean más puestos de trabajo para los trabajadores pobres que para los no pobres. Por último, la proporción de trabajadores rurales oscila entre el 5 % en la construcción y el 20 % en la industria y la minería. En vista de la disminución del número de empleos en la minería en el marco del escenario de descarbonización, el crecimiento de los empleos urbanos superará el de los empleos rurales.

GRÁFICO 3.5. La transición hacia niveles bajos de emisión de carbono creará más puestos de trabajo para los hombres que para las mujeres, más para los pobres que para los que no lo son, y más en las zonas urbanas que en las rurales



Fuente: Banco Mundial (2023b)

Nota: en el gráfico se muestra la diferencia porcentual media anual de nuevas personas con trabajo en el escenario de mitigación respecto del escenario sin cambios. En este grupo se incluye a los trabajadores que realizan la transición de un empleo a otro, y del desempleo al empleo

La transición de los trabajadores de las minas de carbón como consecuencia de los programas de eliminación gradual del uso de este mineral plantea desafíos particulares para Colombia. Las experiencias de otros países, como Estados Unidos y Polonia, proporcionan enseñanzas que pueden servir de guía para la transición de Colombia, incluidas estas seis: i) la transición puede llevar mucho tiempo, ya que los activos carboníferos se desarrollan durante muchas décadas y se establecen vínculos entre las economías regionales y nacionales; ii) la incertidumbre en torno a los precios de los productos básicos hace que a las comunidades les resulte difícil adaptarse a la “maldición de los recursos naturales” porque los precios afectan tanto la disposición como la capacidad para diversificarse hacia otras industrias; iii) los programas de asistencia para la transición dirigidos a los trabajadores mineros formales generalmente no satisfacen las necesidades de los trabajadores informales de las minas y sus alrededores; iv) la distancia y el pequeño tamaño de los mercados locales de las regiones productoras de carbón se refuerzan mutuamente como impedimentos para la transición; v) las ventajas de inducir la separación voluntaria del empleo mediante generosas compensaciones a los mineros se ven contrarrestadas por el riesgo de causar daños a largo plazo en las economías locales si el apoyo prolongado a los ingresos distorsiona aún más los salarios locales o si los exmineros abandonan definitivamente la fuerza laboral; y vi) la diversificación económica es esencial, y su planificación y asignación de recursos requiere el apoyo de los niveles locales y superiores del Gobierno (Banco Mundial, 2021d; Ruppert Bulmer et al., 2021).

La gestión de los impactos económicos y sociales derivados del abandono progresivo del carbón en los departamentos de Cesar, Boyacá y La Guajira debería ser una prioridad. Este proceso debe estar guiado por una estrategia integral de desarrollo provincial, elaborada y gestionada en forma conjunta por el Gobierno y sus asociados. Esta hoja de ruta debe basarse en un análisis social y económico para determinar nuevas oportunidades que tomen como referencia las ventajas comparativas de cada departamento, como la que ya se preparó para La Guajira (Dobbin, Márquez y Rietbergen-McCracken, 2021).

Un programa de políticas bien concebido puede facilitar la transición justa del empleo. En el diseño de políticas que promuevan la transición justa de Colombia hacia una economía con bajas emisiones de carbono se deben considerar factores tales como la actividad económica, la ubicación geográfica y la composición ocupacional, y promover la reabsorción de los trabajadores en la fuerza laboral a través de canales de oferta y demanda laboral. Aunque está fuera

del alcance de este CCDR proponer una hoja de ruta detallada para la transición del uso del carbón, las experiencias internacionales con programas de eliminación gradual (Stanley *et al.*, 2018) indican que en las políticas y los programas públicos se debe considerar lo siguiente:

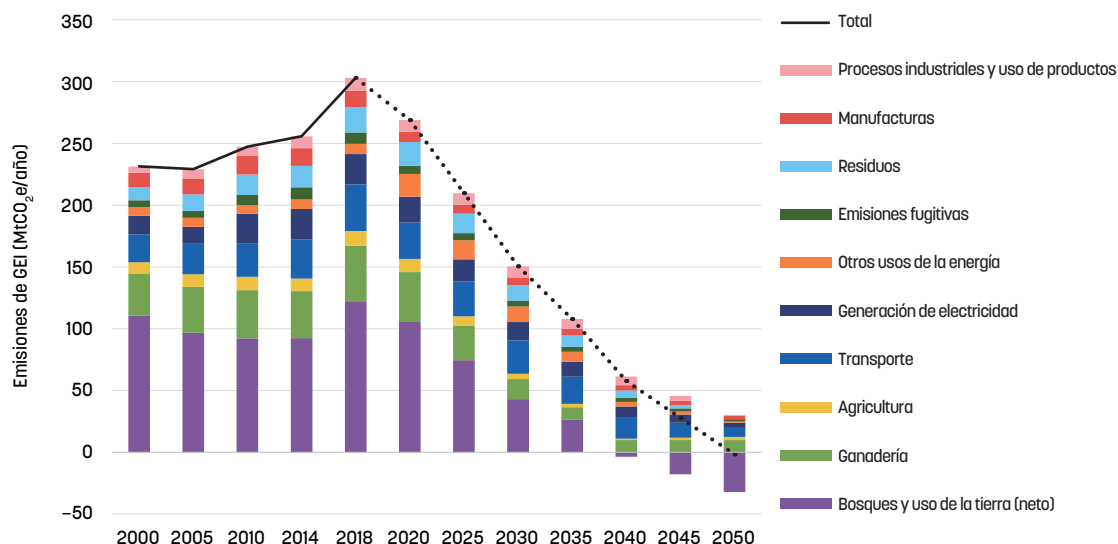
- » **Los programas de capacitación y recalificación facilitarán la reinserción de los trabajadores desplazados en el mercado de oportunidades laborales, especialmente los trabajadores poco calificados.** Esto debería incluir programas relativos a la educación y capacitación en aptitudes, por ejemplo, inversiones en recalificación para la transición verde y en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas —como la energía renovable o las tecnologías de eficiencia energética—, y en facilitación de la transición de la educación al trabajo, con programas específicos para superar las brechas de género en las oportunidades económicas. Esto dotaría a los trabajadores de las habilidades pertinentes para las nuevas demandas laborales.
- » **Las transferencias compensatorias y los programas de seguros pueden proporcionar una red de protección para los trabajadores que buscan nuevas oportunidades laborales.** Esto puede conducir a mejores correspondencias laborales entre las habilidades de los trabajadores y los requisitos de las empresas, ya que una red de protección social da a un trabajador desplazado más tiempo para buscar un empleo adecuado. Las transferencias compensatorias pueden tener un impacto especialmente beneficioso en los trabajadores de ocupaciones altamente calificadas porque sus posibilidades de reasignación en otros empleos bien remunerados son más limitadas.
- » **Facilitar la reasignación espacial voluntaria de los trabajadores puede mejorar los resultados, ya que las oportunidades laborales de los sectores en expansión no necesariamente se concentrarán en las regiones en las que se registran las pérdidas de empleos.** La capacidad de los sectores en expansión de absorber a los trabajadores desplazados puede ser limitada en algunos departamentos, pero más elevada en otros. Diseñar una política que facilite la reasignación espacial voluntaria de los trabajadores puede conducir a mejoras en términos de bienestar. Sin embargo, en este proceso se deben tener en cuenta muchos factores, entre ellos la eliminación de las barreras de movilidad existentes, y se debe garantizar que los trabajadores reubicados estén integrados y protegidos política, económica y socialmente en sus comunidades de destino.
- » **Para fortalecer la transición justa, en los programas de políticas se debe considerar la posibilidad de abordar la brecha de género.** Si bien una transición justa puede ampliar el número de oportunidades laborales, la brecha de género que se observa dentro de los sectores en expansión puede hacer que menos mujeres accedan a estos empleos en comparación con los hombres. Las políticas deberían promover una mayor participación de las mujeres en los sectores en expansión en los que su participación es relativamente baja, como el transporte y las comunicaciones.
- » **En los sectores con medidas de mitigación del cambio climático, la promoción de las capacidades empresariales y el fomento de la actualización tecnológica de las empresas pueden aumentar su competitividad y ayudar a cosechar los beneficios de una mayor demanda de productos de estos sectores.** Las políticas que promueven una mayor innovación en tecnologías verdes —por ejemplo, financiamiento para investigación y desarrollo y apoyo para el desarrollo de nuevos productos— y vínculos más sólidos entre las empresas y las instituciones de investigación (como en el caso de las oficinas de transferencia de tecnología) fortalecerán y catalizarán el ecosistema empresarial en los sectores que se expandirán durante la transición. Además, las políticas que respaldan a las empresas de los sectores en expansión en el contexto de la transición climática hacia cadenas de valor mundiales sostenibles tienen el potencial de crear empleos para los trabajadores desplazados.

3.4. Una trayectoria representativa resiliente y cero neta (TRRCN) de Colombia para 2050

En teoría, Colombia puede alcanzar su meta de cero emisiones netas para 2050, pero esto requerirá esfuerzos verdaderamente transformadores (cuadro 3.2). Si bien el segmento de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra constituye la mayor fuente de emisiones en la actualidad, el sólido crecimiento económico conducirá a aumentos sustanciales en las emisiones de CO₂ en el sector de la energía en un escenario sin cambios. Por lo tanto, aunque los esfuerzos a corto plazo pueden centrarse en dicho segmento, una estrategia a más largo plazo debe abordar el rápido crecimiento de las emisiones del sector energético para evitar un efecto de dependencia. La transformación requerirá una profunda descarbonización del sector, centrada en la generación de electricidad, en el transporte y, en menor medida, en las industrias. Si bien en Colombia más del 70 % de la generación de electricidad proviene de la energía hidroeléctrica, una descarbonización profunda requiere cambios a gran escala en las fuentes de energía. La futura combinación ideal de generación de electricidad aún no puede preverse con certeza, pero los escenarios muestran la importancia de la función de los recursos renovables; el papel del hidrógeno y de los biocombustibles de segunda y tercera generación, y las repercusiones en cuanto a la captura, utilización y almacenamiento de carbono. La transformación del sector del transporte requiere incrementar las alternativas al transporte por carretera (transporte masivo, ferrocarril, movilidad no motorizada) y la adopción de grandes vehículos eléctricos, incluso en el sector de carga. Por último, para alcanzar

las metas se requerirá un esfuerzo considerablemente mayor en el sector de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, lo que implica reducir drásticamente la deforestación y aumentar el secuestro total de carbono basado en la tierra, hacer que la tierra pase de ser una fuente de carbono a un sumidero de carbono, y lograr reducir las emisiones en la agricultura. Debido a los recientes aumentos de las emisiones, la TRRCN implica cumplir con una meta para 2030 que es aún más ambiciosa que la de la CDN (emisiones máximas de 150 MtCO₂e frente a 169 MtCO₂e) (gráfico 3.6)³².

GRÁFICO 3.6. Para alcanzar su objetivo de cero emisiones netas en 2050, Colombia deberá reducir las emisiones en, al menos, un 3 % al año



Fuente: emisiones históricas (2000–2018): Gobierno de Colombia (2022); emisiones modeladas (2020–2050): Banco Mundial (2023e)
 Nota: en la vía modelada se utilizan datos del Gobierno (los últimos disponibles son los de 2018). Es probable que las emisiones de 2021 sean más altas que las que se muestran aquí debido a los niveles de deforestación, que están un 7 % por debajo de la meta, y al mayor consumo de energía, que es un 6,6 % más alto que en 2018 (UPME, 2020). En consecuencia, la TRRCN real tendría que ser más pronunciada de lo que se muestra aquí.

CUADRO 3.2. Resumen de las transformaciones necesarias para 2050

Sector	Metas requeridas para 2030	Transformación requerida para 2050	Reducciones de emisiones requeridas para 2050, en comparación con las emisiones de 2018
Silvicultura y otros usos de la tierra (neto)	Deforestación anual no superior a las 37 500 hectáreas 25 000 hectáreas reforestadas 620 000 hectáreas forestadas 5,8 millones de hectáreas de tierras restauradas	Un freno casi completo a la deforestación, ampliación de los sistemas de agrosilvicultura, silvicultura y plantaciones forestales. Debido a su gran potencial de secuestro de carbono, el sector de silvicultura y otros usos de la tierra ofrece una de las pocas oportunidades para crear “espacio de emisiones” para otros sectores.	134 MtCO ₂ e, lo que equivale a una reducción del 110 %
Agricultura	3,2 millones de hectáreas de tierras agrícolas intensificadas de modo sostenible	Se observa un gran aumento de las actividades agrícolas y de la demanda de tierra debido a la mayor producción de biomasa para energía y alimentos. Esto requiere mejoras en la productividad, tecnologías de reducción de emisiones y un menor uso de fertilizantes.	9 MtCO ₂ e, lo que equivale a una reducción del 79 %

³² Para apoyar al Gobierno, el Banco Mundial completó recientemente un modelado ascendente de una vía para cumplir con la meta de reducción de emisiones de la CDN de Colombia. Los resultados de ese ejercicio difieren de los modelos descendentes del CCDR, porque indican que, para alcanzar la meta de cero emisiones netas de Colombia en 2050, se necesitará una reducción aún más marcada de las emisiones para 2030 que la prevista en la CDN.

Sector	Metas requeridas para 2030	Transformación requerida para 2050	Reducciones de emisiones requeridas para 2050, en comparación con las emisiones de 2018
Ganadería	16,3 millones de hectáreas de sistemas ganaderos transformados a esquemas sostenibles Reducción de la expansión de las zonas de pastura y el aumento de las cabezas de ganado	La intensificación de la producción ganadera es clave para liberar zonas que podrían utilizarse para aumentar la producción de cultivos, haciendo hincapié en la biomasa. Pasar de una densidad de animales actual de alrededor de 0,8 cabezas por hectárea a 2 cabezas por hectárea podría liberar alrededor de 12 millones de hectáreas para otros usos (lo que permitiría duplicar con creces las superficies actualmente plantadas). Con el tiempo, será necesario reducir el consumo de carne.	54 MtCO ₂ e, lo que equivale a una reducción del 121 %
Transporte	67 % del transporte público eléctrico (0 % en 2021) 20 % de la carga transportada por ferrocarril (7 % en 2021) 1750 kilómetros de ciclovías (1050 kilómetros en 2021)	Un gran énfasis en la planificación urbana y el transporte público, la planificación temprana de la electrificación de los sistemas de transporte público y la introducción de combustibles alternativos para el transporte de larga distancia, marítimo y aéreo. El uso de sistemas de transporte público eléctrico se duplica para cubrir más del 40 % de la demanda total de movilidad de pasajeros, y el 15 % de los viajes se realiza a pie o en bicicleta.	31 MtCO ₂ e, lo que equivale a una reducción del 81 %
Energía	24 GW de electricidad renovable instalada (15 GW en 2021) 42 % del uso en edificios se derivará de la electricidad (34 % en 2021)	Aumentar la proporción de energías renovables en la matriz energética primaria y mejorar las redes de transmisión utilizando tecnologías de almacenamiento y uso de energía por medio de baterías.	20 MtCO ₂ e, lo que equivale a una reducción del 83 %
Procesos industriales	2 % de la energía industrial proveniente del hidrógeno verde (0 % en 2021)	Lograr la electrificación de la mayor parte del sector industrial, complementada con hidrógeno verde.	10 MtCO ₂ e, lo que equivale a una reducción del 92 %

Fuente: Banco Mundial (2023e)

3.5. Necesidades de inversión y costos económicos de la trayectoria representativa resiliente y cero neta (TRRCN) de Colombia

La TRRCN de Colombia generará beneficios económicos netos de USD 7000 millones entre 2023 y 2050, pero requerirá una inversión adicional estimada de USD 92 000 millones (Banco Mundial, 2023e); también generará una amplia gama de beneficios económicos y sociales estimados en USD 99 000 millones entre 2023 y 2050 (en valor actualizado de 2023). Esto incluirá una mayor productividad agrícola; ahorros en los costos operativos, de mantenimiento y combustible en el sector energético, y mejoras en cuanto a la contaminación atmosférica, la seguridad vial y la congestión en el sector del transporte. En total, la trayectoria requerirá una inversión adicional de USD 92 000 millones, y la mayor parte se deberá hacer efectiva durante 2031–2050 (cuadro 3.3). Esto representa el 1,2 % del PIB acumulado descontado de Colombia durante el período 2023–2050. Las necesidades de inversión relacionadas con el clima representan un aumento del 18 % por encima de las necesidades de inversión básicas de USD 225 000 millones en los sectores de energía, transporte, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, y gestión de residuos durante 2023–2030, y del 17 % por encima de los USD 326 000 millones necesarios para 2030–2050³³. El total de inversiones (USD 265 000 millones durante 2023–2030 y USD 378 000 millones entre 2030 y 2050) representan el 10 % del PIB acumulado descontado durante 2023–2030 y el 7 % del PIB acumulado descontado entre 2030 y 2050.

³³ En el escenario de referencia se supone que las inversiones necesarias para alcanzar las metas de desarrollo económico siguen un enfoque de costo mínimo, en el que el modelo elige la tecnología más barata para satisfacer esa demanda. Este escenario incluye algunas inversiones en tecnología verde (por ejemplo, paneles solares, automóviles eléctricos) porque se vuelven más baratas que otras tecnologías más contaminantes. Sin embargo, no se tiene en cuenta ninguna inversión nueva en infraestructura de transporte no vial.

CUADRO 3.3. Necesidades de inversión adicionales y costos económicos de la TRRCN (en miles de millones de USD)

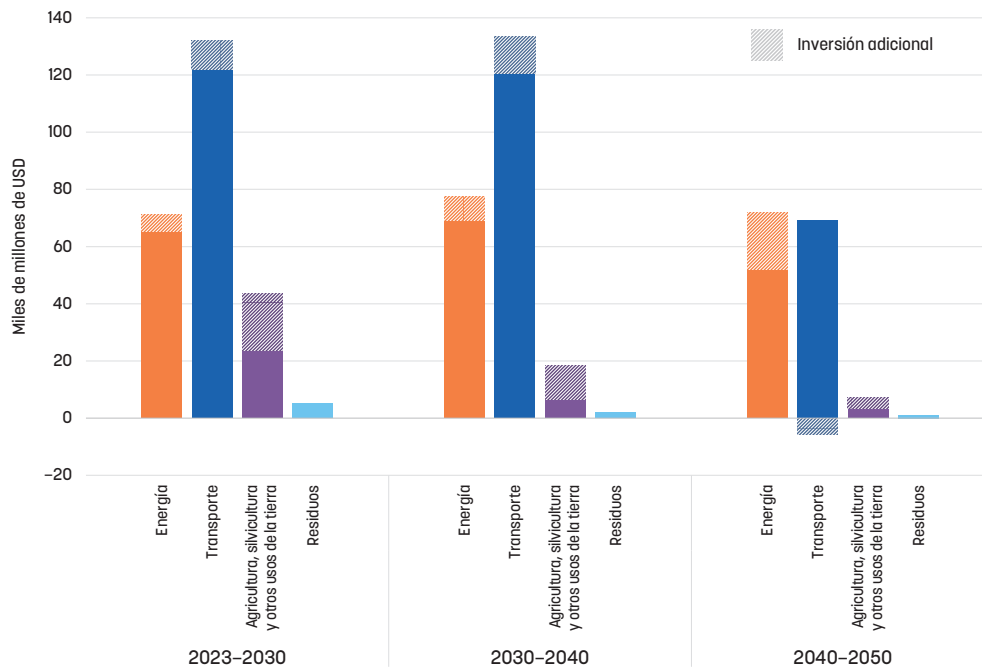
	2023–2030	2031–2050
ENERGÍA (sin incluir el transporte)		
Inversión adicional: generación de electricidad	1	4
Inversión adicional: transmisión	3	9
Inversión adicional: generación de H2	0	9
Inversión adicional: eficiencia y electrificación de los edificios y la industria	<+1	1
Inversión adicional: viviendas resilientes	<+1	0
Otros costos económicos: pérdidas operativas por sequías	-2	0
Otros costos económicos: operativos, de exportaciones e importaciones	>-1	7
Otros costos económicos: externalidad de la contaminación atmosférica	0	>-1
Otros costos económicos: pérdidas por daños en edificios	0	>-1
TRANSPORTE		
Inversión adicional: infraestructura (transporte masivo, carga y no motorizado)	11	20
Inversión adicional: carreteras resilientes	<+1	0
Inversión adicional: flota (camiones, automóviles y autobuses)	-1	-12
Otros costos económicos: energía y mantenimiento	-3	-11
Otros costos económicos: costo de las interrupciones	>-1	>-1
Otros costos económicos: contaminación atmosférica y acústica, congestión y muertes por accidentes de tránsito	-1	-22
AGRICULTURA Y PAISAJES FORESTALES		
Inversiones adicionales: agricultura climáticamente inteligente, ganadería, silvicultura y conservación	19	17
Inversión adicional: agricultura resiliente y protección contra incendios forestales	<+1	0
Otros costos económicos: productividad y servicios ecosistémicos	-2	-39
Otros costos económicos: costos operativos y de mantenimiento	-1	-18
Otros costos económicos: pérdidas por desastres naturales	-1	-4
RESIDUOS		
Inversión adicional: infraestructura	4	3
Otros costos económicos: energía y materiales	>-1	-2
TOTAL DE INVERSIONES Y COSTOS ECONÓMICOS EN ESTOS SECTORES		
Costo económico neto	30	-37
	Incluye: inversiones adicionales	40
		52

Fuente: Banco Mundial (2023e)

Nota: todos los montos se descuentan utilizando una tasa del 6 %

El sector del transporte requiere la mayor parte de las inversiones generales para hacer realidad la TRRCN de Colombia, mientras que los sectores de energía y agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra requieren la mayor cantidad de inversiones adicionales (gráfico 3.7). El transporte absorberá el 52 % de todas las inversiones necesarias entre 2023 y 2050, impulsado por la necesidad de convertir toda la flota en vehículos eléctricos o con combustibles verdes y ampliar significativamente el transporte público, ferroviario y fluvial. Debido a la matriz de electricidad relativamente “limpia” de Colombia, las necesidades de inversión en energía representan una proporción menor del total de inversiones en comparación con muchos otros países. Sin embargo, la energía y la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra requieren la mayor cantidad de inversiones adicionales (36 % y 38 % por encima del escenario sin cambios, respectivamente), dado el importante esfuerzo necesario para la reforestación, la forestación, la gestión de la tierra y el control de la deforestación, así como la necesidad de descarbonizar actividades costosas del sector energético, como la producción de hidrógeno para la industria o la logística del transporte de larga distancia. Si bien las inversiones en transporte y agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra deben adelantarse en los primeros 15 años, las inversiones en energía se distribuyen equitativamente entre 2023 y 2050, y se estima que requerirán la mayor inversión en la última década, cuando se agoten las opciones de reducción más baratas y otras tecnologías costosas, como el hidrógeno, se vuelvan más accesibles. En el sector del transporte, la reducción de la motorización generará ahorros en la última década.

GRÁFICO 3.7. Para hacer realidad la TRRCN de Colombia, el sector del transporte requerirá la mayor cantidad de inversión total, mientras que las mayores necesidades de inversión adicional se observarán en los sectores de energía y de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

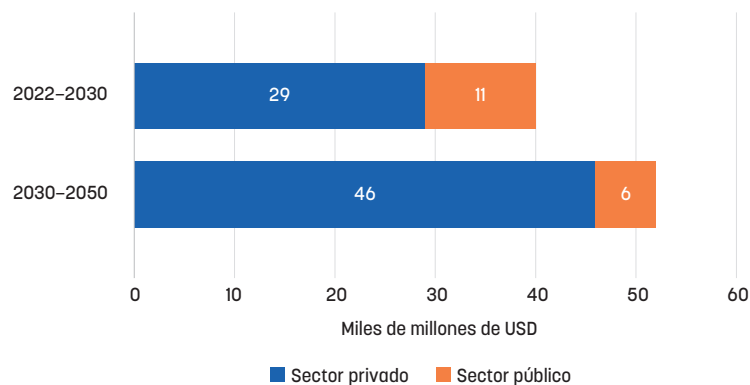


Fuente: Banco Mundial (2023e)

Nota: todos los montos se descuentan utilizando una tasa del 6 %

Se estima que alrededor del 80 % de la inversión adicional corresponderá al sector privado. Suponiendo que la participación de la inversión privada y pública en cada sector se mantenga similar a la actual, se calcula que la inversión adicional del sector privado será de USD 29 000 millones en el período 2023-2030 y de USD 46 000 millones en el período 2030-2050 (gráfico 3.8). Se estima también que las inversiones adicionales del sector privado representarán el 95 % del total en el sector de la energía (generación, sistemas de transmisión y distribución, y actualizaciones para ganar eficiencia), el 56 % en el sector del transporte (incluidas la infraestructura y la renovación de flota) y el 93 % en la agricultura, los bosques y los paisajes (incluidas la intensificación de los cultivos, la silvicultura comercial y la gestión de la tierra). Se necesitarían recursos públicos para subvencionar las nuevas tecnologías en el sector de la energía (por ejemplo, almacenamiento en baterías, hidrógeno verde, sistemas de refrigeración y calefacción por bombas) y para la contención de la deforestación y la reforestación. Asimismo, se estima que todos los costos de la gestión de residuos serán financiados por el sector público.

GRÁFICO 3.8. Inversión adicional requerida para hacer realidad la TRRCN



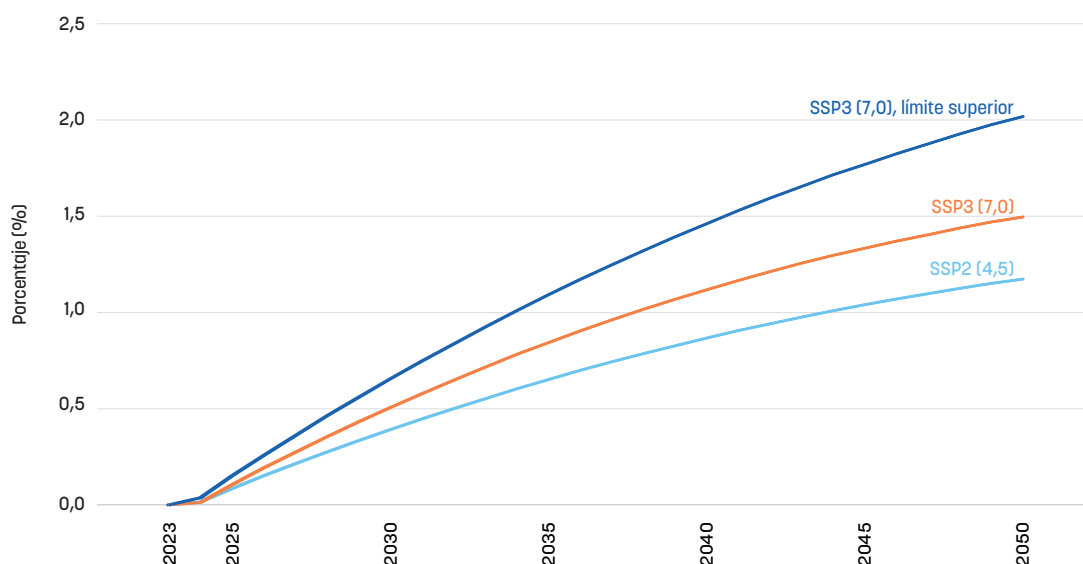
Fuente: Banco Mundial (2023e)

Nota: todos los montos se descuentan utilizando una tasa del 6 %

Al reducir el daño y las pérdidas provocados por el cambio climático, se estima de manera conservadora que la inversión en adaptación incrementará el PIB hasta un 2 % en comparación con un escenario sin inversiones. Como se ilustra en la sección 1.2, una vez que se tienen en cuenta el daño al capital físico y la productividad, se estima que el cambio climático reducirá el PIB entre un 1,5 % y un 2,5 % para 2050 y el consumo de los hogares en hasta un 3 %, en relación con un escenario contrafactual sin cambios climáticos adicionales en el futuro. Para 2050, las inversiones en adaptación podrían limitar la reducción del PIB en hasta 1,2 puntos porcentuales en el escenario de cambio climático más benigno (el que menos daño genera) y en 2 puntos porcentuales en el escenario más extremo (el de mayor daño) (gráfico 3.9)³⁴. En otras palabras, las inversiones en adaptación podrían reducir el daño y las pérdidas a causa del cambio climático en hasta un 80 %, pero no compensarlos por completo³⁵.

Esta estimación muestra que los beneficios directos de la inversión climática son considerables. No incluye los efectos económicos del modo en que se financia esta inversión (especialmente la parte pública): en la sección 4 se analizan los efectos de equilibrio generales de la inversión climática y la forma en que se financia. La estimación también sugiere que es necesario intervenir más para elevar el PIB, compensar todos los costos del cambio climático y crear los recursos necesarios para alcanzar los objetivos de desarrollo. Por último, al reducir el daño se prevé que la inversión climática aumentará el consumo de los hogares en relación con los escenarios sin dicha inversión (gráfico 3.10). Se estima que el aumento relativo del consumo será mayor en los hogares rurales que en los urbanos.

GRÁFICO 3.9. Las inversiones en adaptación reducirán las pérdidas y aumentarán el PIB (desviación de los escenarios con estimación del daño por el cambio climático)

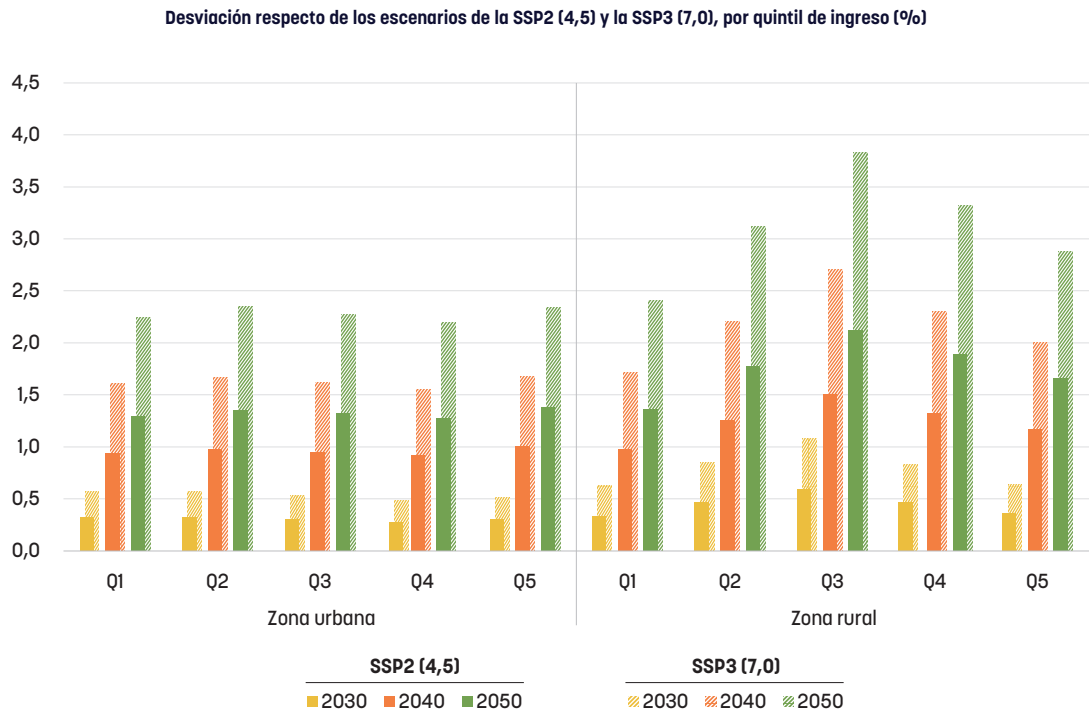


Fuente: estimaciones del personal del Banco Mundial utilizando MANAGE y a partir de datos del DANE y de Cardona et al. (2021)

³⁴ Para estimar el beneficio directo de la inversión, se compara el escenario de inversión de esta subsección con el escenario de daño de la subsección 1.2. En ninguna de las dos hipótesis se tienen en cuenta los efectos de la descarbonización mundial. Este es un supuesto simplificado y corresponde a asumir que los efectos de la descarbonización mundial y los beneficios de la inversión climática son independientes entre sí.

³⁵ En las simulaciones del modelo MANAGE suponemos que la inversión climática no compensará por completo la depreciación más rápida del capital físico derivada del clima.

GRÁFICO 3.10. Aumento estimado del consumo de los hogares como resultado de la inversión en adaptación (por quintil de distribución del consumo)



Fuente: estimaciones del personal del Banco Mundial utilizando MANAGE y a partir de datos del DANE y de Cardona et al. (2021)

4. Consecuencias macroeconómicas de las transiciones climáticas en Colombia

Mensajes principales

- Colombia deberá abordar sus transiciones climáticas y alcanzar sus objetivos de desarrollo en un entorno macroeconómico restringido, con poco espacio para financiar las inversiones adicionales necesarias para la adaptación, la mitigación y los riesgos de la transición, mediante un aumento de la deuda externa o pública.
 - La consecución de los objetivos climáticos y de desarrollo conllevará un aumento del gasto público, lo que a su vez entrañará obtener mayores ingresos tributarios, incluso por medio de un aumento del precio del carbono.
 - Además, se necesitarán medidas para incrementar la productividad y diversificar las exportaciones, junto con programas para mitigar los efectos derivados del aumento de los precios de la energía en los ingresos de los pobres, así como iniciativas orientadas a la recalificación de los trabajadores.
 - Por último, independientemente de los avances logrados hasta la fecha, se podría profundizar el desarrollo del sector financiero verde con la finalidad de movilizar los recursos necesarios para llevar a cabo las transiciones climáticas y alcanzar los objetivos de desarrollo del país mediante el empleo de la taxonomía verde, una mejor evaluación y divulgación de los riesgos financieros vinculados con el clima y la creación de instrumentos de financiamiento climático que se adecúen a los diversos perfiles de riesgo y rendimiento de los potenciales inversionistas.
-

Colombia debe enfrentar tres transiciones climáticas que, en cada caso, generarán un impacto macroeconómico: la transición de emisiones netas positivas a cero emisiones netas; la transición de una economía vulnerable al clima a una economía resiliente al clima, y la transición a un mundo que demandará un menor volumen de las principales exportaciones del país (petróleo y carbón) y una mayor cantidad de productos verdes. Como se señaló en la sección anterior, en el caso de las dos primeras será necesario realizar inversiones, recalificar la fuerza de trabajo, adoptar nuevas tecnologías, modificar la composición de los impuestos y las prioridades en materia de gastos, y modificar la estructura de la demanda privada y de la producción. La transición en las industrias extractivas reducirá lo que es hoy una importante fuente de divisas para la balanza de pagos de Colombia y de ingresos para sus cuentas públicas. Asimismo, requerirá políticas orientadas a diversificar la base de exportaciones y mejorar la competitividad y la calidad de los productos colombianos. La descarbonización mundial representa un riesgo apremiante para Colombia, pues daría lugar a una crisis estructural en el país, con repercusiones en la ejecución de las políticas fiscales y de desarrollo.

El cambio climático y las tres transiciones resultantes no modifican el objetivo ni los imperativos de desarrollo de Colombia. Además, las medidas orientadas a promover las prioridades de desarrollo también respaldarán las transiciones climáticas del país. Por ejemplo, aunque las políticas para aumentar la productividad y diversificar la economía son muy importantes independientemente del cambio climático, su importancia es incluso mayor cuando se tienen en cuenta las consecuencias económicas del cambio climático y la descarbonización. A su vez, las políticas necesarias para abordar la transición climática y para alcanzar los objetivos nacionales de desarrollo incidirán en el crecimiento, la sostenibilidad de las políticas y la redistribución.

En esta sección se analizan las opciones de políticas para abordar la transición climática y mejorar los resultados en términos de desarrollo; se incluyen estimaciones de los efectos macroeconómicos y distributivos de dichas opciones. Para este fin se utiliza principalmente el modelo MANAGE del Banco Mundial, que es un modelo de equilibrio económico general computable dinámico y recursivo que tiene un enfoque en energía, emisiones y cambio climático. Los modelos estructurales, como el modelo macroeconómico y fiscal (MFMod, por su sigla en inglés) y el modelo de equilibrio parcial para evaluar los precios del carbono (CPAT, por su sigla en inglés), se utilizan para orientar la calibración y las simulaciones realizadas con MANAGE. Antes de calcular los efectos de las políticas, en esta sección se analizan las limitaciones macroeconómicas en las que tendrá lugar la transición.

4.1. Para abordar las transiciones climáticas y alcanzar los objetivos de desarrollo será necesario movilizar recursos significativos en un entorno macroeconómico restringido

Las tres transiciones climáticas que enfrenta Colombia generarán necesidades de financiamiento en niveles diferentes de la economía del país. Específicamente, y en diverso grado, las tres transiciones:

- » **Requerirán inversiones adicionales.** Como se señaló en la sección 3, la transición climática conllevará inversiones brutas adicionales por un valor aproximado de USD 92 000 millones (en términos del valor neto actualizado) entre 2023 y 2050, en comparación con un valor de referencia sin acción climática. La cifra es equivalente a alrededor del 23 % del PIB de 2023, es decir, inversiones adicionales que cada año representen, en promedio, el 1,5 % del PIB anual entre 2023 y 2030, y el 1,1 % entre 2031 y 2050. Dado que las inversiones ascendieron, en promedio, al 19 % del PIB durante el período 2017–2021, la inversión climática entraña un aumento del volumen de las inversiones del 7,7 %. Se prevé que la inversión pública deberá aumentar en un 0,4 % del PIB cada año entre 2023 y 2030, y en un 0,2 % entre 2031 y 2050. En comparación, la inversión pública representó, en promedio, cerca del 4,2 % del PIB durante el período 2018–2022.
- » **Reducirán las exportaciones.** Las exportaciones de petróleo y carbón aportan alrededor del 34 % de los ingresos totales de divisas en la cuenta corriente. En el marco de su actual estructura de exportación, la descarbonización de los socios comerciales de Colombia afectaría a la mitad, por lo menos, de los ingresos por exportaciones a corto y mediano plazo. En un escenario en el que otros países, en particular las economías avanzadas, cumplen sus metas de emisiones, se prevé que, para 2030, la demanda de petróleo caerá a niveles cercanos a los de 2019³⁶. Puesto que Estados Unidos y otras economías avanzadas absorben cerca del 40 % del petróleo de Colombia, es probable que el país enfrente una marcada disminución de la demanda de su petróleo a partir de 2030, incluso debido a que su costo medio de producción es relativamente elevado (alrededor de USD 45 por barril).

En las exportaciones de carbón se registrará un patrón similar. A corto plazo, es probable que la demanda de carbón siga siendo elevada debido al aumento de la demanda de los mercados emergentes (los principales compradores del carbón colombiano) y la actual crisis energética en Europa; no obstante, la Agencia Internacional de Energía (AIE) considera que la producción de carbón de América Central y del Sur, de la cual el 92 % proviene de Colombia (BP, 2021), disminuirá entre el 45 % y el 61 % hasta 2030, y entre el 60 % y el 100 % hasta 2050 (AIE, 2021b). En síntesis, en un escenario de descarbonización mundial se calcula que, entre 2023 y 2050, Colombia perderá en total USD 280 000 millones de ingresos por exportaciones, o alrededor del 10 % de los ingresos acumulados por exportaciones de bienes y servicios, en comparación con un escenario sin descarbonización mundial.

- » **Reducirán los ingresos públicos.** El sector de las industrias extractivas aporta alrededor del 3,5 % del PIB a los ingresos del Gobierno general. Este porcentaje es equivalente al 14 % del total de ingresos del Gobierno general, e incluye los impuestos sobre la renta de las sociedades, los dividendos de la empresa nacional de petróleo, las regalías y otras compensaciones del sector. Tomando como referencia las variaciones registradas en el pasado en los ingresos tributarios por exportaciones de hidrocarburos, se estima que las pérdidas de ingresos derivadas de la descarbonización mundial serán, en promedio, del 1,2 % del PIB entre 2026 y 2030, y del 1,6 % del PIB anual entre 2031 y 2050, o alrededor del 4,5 % y del 6,3 % del total de ingresos del Gobierno general, respectivamente.
- » **Exigirán un aumento del gasto para proteger a las personas más vulnerables.** Se calcula que el costo anual aproximado de amortiguar el impacto en los pobres o en las personas que caen en la pobreza debido a una perturbación climática asciende al 0,1 % del PIB (Dávalos *et al.*, 2023).

Si solo se tienen en cuenta las inversiones adicionales para la acción climática, las pérdidas de ingresos públicos y el aumento del gasto en transferencias sociales adaptativas, entre 2030 y 2050 Colombia deberá movilizar recursos adicionales que representen, en promedio, el 2,8 % del PIB, en comparación con un escenario (costoso) sin acciones climáticas. Esto es equivalente a unos USD 14 000 millones por año (a precios corrientes), de aquí a 2050. El sector público de Colombia deberá movilizar por lo menos el 1,7 % del PIB entre 2023 y 2030, y hasta el 1,9 % del PIB posteriormente, lo que abarca las pérdidas de ingresos derivadas de la descarbonización mundial, las necesidades de inversiones adicionales y los programas de transferencias adaptativas. El sector privado deberá movilizar el restante 1,1 % y 0,9 % del PIB, respectivamente.

³⁶ Incluso en el marco de las actuales políticas mundiales, se prevé que la descarbonización de los socios comerciales generará una disminución constante de la demanda mundial de combustibles fósiles a partir de mediados de la década de 2020 (AIE, 2021a).

El actual entorno macroeconómico limita la manera en que la economía puede absorber los costos de la transición, así como la gama de las políticas necesarias para que esto sea posible. Desde el año 2000, Colombia tiene un marco macroeconómico estable, que se caracteriza por un equilibrio tanto interno como externo (crecimiento estable, inflación baja y, en general, un déficit moderado de cuenta corriente) y está respaldado por un sólido marco de política macroeconómica (metas de inflación, tipo de cambio flexible y política fiscal basada en reglas). En 2020, la respuesta fiscal a la crisis de la COVID-19 aumentó el déficit del Gobierno general al 7 % del PIB y la relación deuda-PIB a más del 66 %. Si bien la recuperación de las actividades, las reformas tributarias y la eliminación gradual del gasto de emergencia propiciaron una reducción del déficit y de la relación deuda-PIB durante 2021 y 2022, se comenzaron a registrar desequilibrios: la economía se sobrecalentó debido a que la actividad excedió su potencial estimado, la inflación aumentó a dos dígitos, y se registró un aumento del déficit en cuenta corriente a pesar de las alteraciones positivas en la relación de intercambio. Esto se produjo en el contexto de una elevada relación deuda-PIB y un alto déficit fiscal.

Estos acontecimientos afectaron el espacio de políticas macroeconómicas para abordar la transición climática y alcanzar los objetivos de desarrollo a corto y largo plazo, en tres dimensiones: la posición externa y el ahorro nacional, las finanzas públicas y el modelo de crecimiento.

4.1.1. Las limitaciones impuestas por la posición externa y el ahorro nacional

La pérdida de las exportaciones de combustibles fósiles solo se podría sostener si las importaciones disminuyen o si Colombia aumenta sus exportaciones de otros productos. Actualmente, los pasivos externos netos del país ascienden al 56 % del PIB, uno de los porcentajes más elevados entre los países de América Latina y el Caribe. Si bien, debido a la composición de su activo y pasivo, la posición externa de Colombia es menos preocupante de lo que sugiere la cifra general, en 2022 el déficit en cuenta corriente llegó al 6 % del PIB, es decir, un valor entre 3 y 3,5 puntos porcentuales mayor que el valor considerado adecuado para evitar que su pasivo neto aumente como porcentaje del PIB. Para absorber la pérdida de las exportaciones de petróleo y carbón, y al mismo tiempo mantener el déficit en cuenta corriente entre un 2,5 % y un 3 % del PIB (o en un nivel inferior), será necesario reducir las importaciones y/o aumentar el volumen de otras exportaciones. La reducción de las importaciones sin un aumento de las exportaciones requeriría tanto una caída de la demanda interna como una depreciación de la moneda, lo que propiciaría la sustitución de importaciones. No obstante, dado que más de un tercio de la deuda pública del país está denominado en divisas, la depreciación de la moneda exigiría esfuerzos adicionales para lograr que la deuda pública siga siendo sostenible. Para absorber los efectos de la descarbonización mundial, Colombia debe, indefectiblemente, aumentar las exportaciones de otros productos.

Dada la escasa sofisticación y diversificación de las exportaciones, no se registrará un aumento de las exportaciones si no se llevan a cabo reformas. Colombia se clasifica como uno de los países con mayor concentración del producto de exportación entre países similares (Signoret y Tovar, 2021). Además, no posee ventajas comparativas para exportar bienes sofisticados cuya demanda aumente en la transición climática, y se clasifica en el lugar 74 entre 122 países en el índice de complejidad verde del Fondo Monetario Internacional (FMI, 2022), muy por debajo de México (22) y Brasil (46).

Hasta el momento, Colombia no ha logrado aprovechar el potencial de exportación de “minerales climáticos” para satisfacer el aumento de la demanda. El país extrae oro, metales ferrosos y cobre; tiene depósitos de plata, zinc, cobalto, manganeso y coltán (SGC, 2020). No obstante, las actuales reservas comprobadas de cobre se están agotando (DANE, 2022a). Se calcula que las reservas de hierro se agotarán en 15 años a las actuales tasas de extracción; el volumen de las reservas de oro no se conoce cabalmente, y los otros “minerales climáticos”³⁷ apenas representan el 2,8 % del total de exportaciones. Si bien el níquel tiene potencial, incluso en el supuesto de que las actuales reservas de ferroníquel se exploten en el curso de los próximos 30 años, su valor de exportación solo representaría el equivalente al 15 % de las exportaciones actuales de petróleo y carbón.

A fin de aprovechar la agricultura para diversificar las exportaciones, será necesario adoptar otras medidas además de las orientadas a fortalecer la resiliencia del sector frente al cambio climático. El crecimiento anual del 0,6 % que se proyecta para la demanda mundial de productos agropecuarios brinda a Colombia la oportunidad de ampliar su participación en los mercados agrícolas mundiales. No obstante, los productos agrícolas, que representan el mayor porcentaje de las exportaciones no extractivas del país, son vulnerables a la intensificación de los fenómenos atmosféricos: el café y la fruta representan al menos el 31 % de las exportaciones agrícolas y se ven afectados por el aumento de las precipitaciones. Otros, como las bananas, los plátanos y la palma aceitera (que representan cerca del

³⁷ Los metales y minerales cuya demanda se prevé que aumentará debido a la descarbonización mundial, como el aluminio, el níquel y el cobalto.

18 % de las exportaciones agrícolas), son más resistentes a las variaciones en las precipitaciones y la temperatura, pero se cultivan principalmente en los departamentos del litoral y están expuestos a inundaciones y, a largo plazo, al aumento del nivel del mar (Ramírez-Villegas et al., 2012). Por lo tanto, es importante que Colombia adopte las políticas propuestas en la sección 3.1.2 para fortalecer la resiliencia de su sector agrícola frente al cambio climático y aumentar las exportaciones de productos agrícolas. Hasta el momento, Colombia ha aprovechado su ventaja comparativa en la producción de bananas y café, dos productos que se consumen en grandes cantidades en todo el mundo. Pero su participación en el mercado es insignificante en el caso de algunos productos con alto grado de productividad y cuya demanda es elevada a nivel mundial, como manzana, piña, mango y arroz.

Existen oportunidades para modificar la composición de las exportaciones a fin de incorporar bienes de mayor valor agregado. En la actualidad, Colombia tiene una desventaja relativa en lo referente a las exportaciones de bienes ambientales (FMI, 2022), que solo constituyen el 2,1 % de las exportaciones no vinculadas a la minería, o el 1,1 % del total de las exportaciones (Banco de la República, 2023; FMI, 2022). Sin embargo, Colombia puede fortalecer su participación en los mercados de piezas de maquinaria eléctrica y mecánica ecológica, productos químicos inorgánicos y artículos de limpieza. Por ejemplo, las exportaciones de acumuladores eléctricos de plomo-ácido, que representan la mayor parte del comercio de bienes ambientales del país, aumentaron un 16 % entre 2017 y 2021. Hay otros productos con tasas de crecimiento sólidas (de alrededor del 2 % anual, en promedio, en los últimos años), entre ellos el alcohol etílico sin desnaturalizar, máquinas y dispositivos mecánicos para pavimentadoras de asfalto, dióxido de manganeso, fosfatos de calcio, barredoras mecánicas y grifos, llaves y válvulas. Aun así, la exportación de bienes ambientales debería aumentar a una tasa anual aproximada del 11 % entre 2023 y 2030 para compensar la mitad de la pérdida de los ingresos por exportaciones de petróleo y carbón.

La incorporación de mejoras en la adopción y la adaptación de las tecnologías, la revisión de las barreras arancelarias y no arancelarias y un mejor entorno logístico podrían contribuir al aumento de las exportaciones.

La Misión de Internacionalización de Colombia (DNP, 2021) señaló que el fomento de la innovación (incluso mediante el aumento de la presencia de empresas extranjeras y la promoción de la movilidad del capital humano) y la reducción de los costos de transacción y logística son factores clave para lograr un nivel más alto y sofisticado de integración en el comercio mundial. En particular, indicó que la simplificación de las barreras no arancelarias, la disminución de la dispersión arancelaria y los aranceles máximos, el fortalecimiento de la implementación de la política nacional de logística y el aumento de la competencia en el mercado interno son fundamentales para aumentar las exportaciones no vinculadas con la minería. Adicionalmente, el aumento del nivel de competencia en programación, creación de software y habilidades lingüísticas, la adaptación del entorno empresarial para ofrecer servicios modernos y la priorización de los flujos de inversión extranjera directa hacia el sector de servicios permitirían incrementar el comercio de servicios.

En términos macroeconómicos amplios, el aumento de las inversiones requerirá un aumento del ahorro nacional.

El aumento de las inversiones se puede lograr mediante un aumento del ahorro nacional, un aumento del déficit en cuenta corriente o una combinación de ambos. Tras alcanzar su punto máximo del 20 % del PIB en 2008, el ahorro nacional se ha estabilizado en cerca del 16 % del PIB desde 2018 (sin incluir 2020 y 2021, cuando se registró una caída del ahorro). Después de 2013, se estima que toda la reducción del ahorro nacional obedeció a la disminución del ahorro público, mientras que a partir de ese año el ahorro privado ha ido en aumento. Si Colombia reduce su déficit en cuenta corriente a un 2,5 % o un 3 % del PIB a mediano plazo, y luego lo mantiene en ese nivel a largo plazo (para evitar que el pasivo externo neto aumente en forma indefinida), el ahorro nacional deberá aumentar a cerca del 20 % o 21 % del PIB, por lo menos hasta 2030, para que se pueda aumentar el volumen de las inversiones necesarias para financiar la transición climática. La disminución del déficit fiscal (corriente) permitiría incrementar el ahorro público, mientras que las tasas de interés más altas y la profundización del sector financiero contribuirían al aumento del ahorro privado.

4.1.2. Las limitaciones impuestas por la posición fiscal

El Gobierno no tiene margen para aumentar el endeudamiento neto a un nivel de entre el 1,7 % y el 1,9 % del PIB anual para absorber la pérdida de ingresos y el aumento del gasto relacionado con el clima. Antes de la crisis causada por la COVID-19, el déficit del Gobierno general rondaba el 2,5 % del PIB. La respuesta fiscal a dicha crisis en 2020 generó un aumento del déficit del Gobierno general al 7 % del PIB y de la relación deuda-PIB a más del 66 %. Si bien la recuperación de la actividad económica, las reformas tributarias y la eliminación gradual del gasto de emergencia están facilitando la disminución del déficit y de la relación deuda-PIB, lograr la reducción de dicha relación al 55 % del PIB (meta establecida por el Gobierno) implicará mantener el déficit entre el 2 % y el 3 % del PIB a largo plazo, es decir, un valor similar a los niveles anteriores a la COVID³⁸. Además de mantener la relación deuda-PIB en un nivel sostenible, la disminución del déficit permitiría aumentar el ahorro nacional.

³⁸ El aumento del crecimiento permitiría que la relación deuda-PIB se mantenga estable con un déficit más elevado; no obstante, la tasa de crecimiento debería superar el 7 % anual para que la deuda continúe representando el 55 % del PIB con un déficit del 5,2 % del PIB.

Si bien la eficiencia del gasto se puede mejorar, hay poco margen para reducir el nivel de gasto público a fin de absorber la pérdida de ingresos y el gasto relacionado con el clima. Hasta 2019, el gasto del Gobierno general, sin incluir el pago de los intereses de la deuda, ascendía al 29 % del PIB. Hay poco margen para reducir el gasto corriente, en particular a nivel del Gobierno central, debido a que Colombia necesita aumentar el nivel y la calidad de la educación pública, la salud y otros servicios públicos para alcanzar sus objetivos de desarrollo, y a que también debe fortalecer el sistema de seguridad social, independientemente del cambio climático. Colombia podría aumentar la eficiencia del gasto y reducir las sumas derrochadas en subsidios a los servicios públicos domiciliarios, que actualmente se distribuyen de manera ineficiente, lo que crearía un espacio fiscal de entre el 0,3 % y el 0,4 % del PIB (Banco Mundial, 2021e).

Los datos mencionados implican que Colombia necesitará impuestos más elevados y adecuados para abordar su transición climática y alcanzar sus objetivos de desarrollo. Colombia recauda menos impuestos que otros países de mercados emergentes (el 19 % del PIB, en comparación con el 22 %, en promedio, en América Latina y el Caribe y el 34 % en los países de la OCDE [OCDE, 2023]), y se basa en una composición tributaria diferente a la que aplica la mayoría de los países similares: Colombia recauda más en concepto de impuesto sobre la renta de las sociedades que otros países, y recauda menos en concepto de impuestos sobre la renta de las personas naturales y sobre la propiedad que otros países (Banco Mundial, 2021e). Además, deja de percibir una gran cantidad de ingresos (alrededor del 4 % del PIB) debido a que las exclusiones y deducciones impositivas sobre la renta de las sociedades y el impuesto al valor agregado no están focalizadas de manera eficiente y adecuada. Incluso sin la transición climática, Colombia tendría que haber aumentado sus impuestos para financiar la consecución de los objetivos de desarrollo.

Aunque Colombia fue líder mundial en la aplicación de un impuesto al carbono en 2016, el país recauda ingresos marcadamente menores que otros países similares por concepto de impuestos al carbono, los combustibles y la energía. Debido a su alcance, su nivel y su disposición en materia de compensación, el impuesto al carbono en Colombia ha tenido un efecto limitado en las reducciones de emisiones y en la recaudación de ingresos: en promedio, la recaudación del impuesto ha representado el 0,03 % del PIB por año desde su creación (MHCP, 2022), mientras que la reducción directa de emisiones osciló entre 0,31 y 0,35 MtCO₂e por año entre 2017 y 2019, o aproximadamente la milésima parte de las actuales emisiones anuales de GEI del país³⁹. La tasa impositiva, de COP 20 500 (USD 4,44), es muy inferior al costo social del carbono⁴⁰, y en su formato actual no permitiría alcanzar los niveles recomendados para 2030. Aunque el nivel del impuesto al carbono es muy similar al de países comparables de la región, el precio efectivo del carbono de Colombia, conformado por el impuesto explícito al carbono y los impuestos especiales sobre los combustibles fósiles, asciende a USD 7,30/tCO₂e. Cabe señalar que, en Colombia, la incidencia de los impuestos especiales en el precio del carbono es más de siete veces mayor que la del impuesto al carbono. Esta cuestión es representativa de la baja proporción total de los impuestos ambientales en Colombia: el 0,6 % del PIB en comparación con un promedio del 1,1 % en América Latina y el Caribe, y un 1,4 % en los países de la OCDE (OCDE, 2021b).

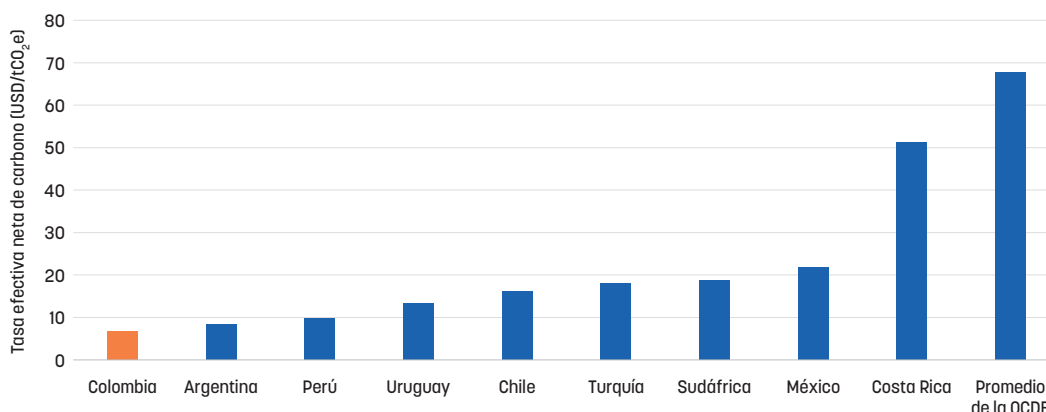
Además de recaudar menos ingresos por las emisiones de GEI basadas en combustibles fósiles que otros países similares, en 2022 Colombia destinó alrededor del 2,6 % del PIB a subsidios al combustible (MHCP, 2022), por lo cual su tasa efectiva neta de carbono es baja en comparación con la de dichos países. En 2007, el Gobierno estableció una fórmula y un mecanismo de financiamiento (el Fondo de Estabilización del Precio de los Combustibles) que, en principio, permiten moderar el traspaso de las grandes fluctuaciones de los precios internacionales de los combustibles al mercado interno, sin asumir costos fiscales durante los ciclos de los precios. Desde su creación, sin embargo, los precios internos se han situado por debajo de los precios internacionales y, en realidad, el sistema resultó creando subsidios al combustible equivalentes a alrededor del 50 % del precio internacional. Estos subsidios no solo generan grandes costos fiscales (que según estimaciones ascendieron al 2,6 % del PIB en 2022), sino que contrarrestan el 75 % del efecto del impuesto al carbono en la demanda, lo que reduce su tasa efectiva de carbono en un 9 %, a USD 6,70/tCO₂e⁴¹, es decir, un valor marcadamente menor que el de países similares (gráfico 4.1). El Gobierno ha establecido una vía para reducir los subsidios al combustible a casi cero, pero aún no se ha adoptado una solución permanente para eliminar estos subsidios a largo plazo. La reforma del impuesto al carbono de 2022 y la próxima implementación del sistema de comercio de derechos de emisión de Colombia deberían mejorar el alcance y la cobertura del régimen de fijación del precio del carbono en el país, si bien en términos generales aún se pueden efectuar mejoras a dicho régimen.

³⁹ El mecanismo de compensación del impuesto ha generado reducciones de emisiones adicionales. Sin embargo, para evaluar su eficacia se debería realizar una investigación exhaustiva.

⁴⁰ El valor recomendado para el costo social del carbono oscila entre USD 26/tCO₂e (Alatorre *et al.*, 2019) y USD 40–80/tCO₂e (CPLC, 2017). El costo social del carbono representa el valor óptimo de un precio del carbono que incluye las externalidades de las emisiones de GEI.

⁴¹ Cálculos del Banco Mundial a partir de los datos de 2021 de la OCDE (OCDE, 2021a). Después de la reforma del impuesto al carbono de 2022, estos números variarían ligeramente, si bien el orden de magnitud y la orientación del efecto seguirían siendo iguales.

GRÁFICO 4.1. El precio de las emisiones de carbono establecido por Colombia es marcadamente menor que el de países similares (tasa efectiva neta del carbono, USD/tCO₂e)



Fuente: OCDE (2021)
Nota: todos los valores corresponden a 2021

4.1.3. Las limitaciones impuestas por el actual modelo de crecimiento y los retos estructurales

A fin de absorber las inversiones necesarias para la transición climática, se deben moderar las limitaciones que imponen las posiciones externa y fiscal, así como crear un entorno que permita tanto al sector público como al privado emprender los cambios transformadores que se necesitan para las transiciones climáticas. La economía colombiana tiene tres características que inciden en la capacidad del país para adoptar tecnologías más verdes, invertir en acción climática, diversificar las exportaciones a fin de compensar la pérdida de exportaciones derivada de la descarbonización mundial y aumentar los ingresos con el propósito de financiar inversiones públicas en el clima, a saber:

- » **Baja productividad:** desde mediados de la década de 1950, el crecimiento de la economía colombiana ha obedecido principalmente a la acumulación de factores de producción y, en pequeña medida, al aumento de la productividad total de los factores. En otras palabras, se ha destinado más capital físico y mano de obra, pero el modo en que estos factores realizan su trabajo ha mejorado muy poco. Esto se puede atribuir a diversas cuestiones, como la presencia de una gran proporción de microempresas y pequeñas empresas con baja productividad (el 90 % de las compañías colombianas son microempresas); la escasa capacidad de gestión en las grandes empresas; el bajo nivel de preparación de la fuerza de trabajo, y los elevados costos monetarios y no monetarios que entraña el cumplimiento de las normas y reglamentaciones. Además del bajo crecimiento, este modelo ha ocasionado una disminución de la riqueza natural, como se analizó en la sección 3.1.1.
- » **Baja tasa de inversiones públicas y pocas exportaciones:** en comparación con otros países, Colombia ha crecido poco a través de las inversiones y las exportaciones. Si bien la inversión privada es comparable a la de otros países, la inversión pública está rezagada. Además de verificar que el país posea el espacio macroeconómico para incluir inversiones climáticas adicionales, es importante garantizar que también posea la capacidad para absorberlas. En la actualidad, Colombia está cerrada de hecho al comercio⁴², y el país tiene barreras no arancelarias elevadas (DNP, 2021). No obstante, probablemente deberá aumentar las importaciones de productos, tecnologías y servicios para su transición climática.
- » **Elevado nivel de informalidad:** la informalidad, que permea los sectores productivos de Colombia⁴³, constituye una limitación estructural adicional para el desarrollo y las transiciones climáticas, y tiene múltiples consecuencias, como la falta de acceso al crédito y la tecnología y un bajo nivel de inversiones e innovaciones. Al mismo tiempo, al situar la actividad y los ingresos fuera de la red impositiva, la informalidad reduce la base tributaria del Gobierno.

⁴² La suma de las exportaciones y las importaciones, un indicador estándar de la apertura comercial, solo representa el 37 % del PIB, lo que sitúa a Colombia entre el 15 % de los países con más de 30 millones de habitantes que tienen la menor apertura comercial (Banco Mundial, 2022e).

⁴³ Alrededor del 60 % de los trabajadores y más del 80 % de las empresas son informales (DANE, 2022c).

La respuesta al cambio climático entrañará la adopción de tecnologías e innovaciones, el aumento de las exportaciones y la reducción de la informalidad. Por ejemplo, para incrementar la producción de energía renovable se necesitarán bienes de capital (como turbinas eólicas y paneles solares) y también bienes de consumo (como automóviles eléctricos, baterías y ventanillas con eficiencia térmica). A fin de poner estos bienes a disposición del público y adoptar la tecnología necesaria para operarlos, es probable que se deba establecer una mayor apertura comercial. Por último, la movilización de los recursos necesarios para la transición y el aumento de la productividad general deberá ir acompañada de medidas orientadas a promover la formalidad.

4.2. La transición climática y los objetivos de desarrollo de Colombia requieren la adopción de políticas para incrementar la productividad y las exportaciones, aumentar los ingresos e impedir que los costos de la transición afecten a los pobres

El sólido marco de política macroeconómica de Colombia, basado en metas de inflación, tipo de cambio flexible y reglas fiscales, le permitirá alcanzar sus objetivos de desarrollo y concretar la transición climática. La transición climática probablemente incidirá en los precios relativos de los bienes y servicios, en la oferta y la demanda agregadas y en el crecimiento. Las metas de inflación ayudarán a gestionar los efectos económicos de las variaciones de los precios relativos, las perturbaciones de la demanda y la oferta, y los cambios estructurales en la economía que afectan la tasa de interés neutral. Un régimen de tipo de cambio flexible permitirá que la economía se adapte a los cambios en la relación de intercambio y a las variaciones estructurales en el nivel de las exportaciones. Por último, las reglas fiscales, con su meta explícita a largo plazo para la relación deuda-PIB, permitirán mantener la sostenibilidad fiscal y orientar los cambios en el nivel de los impuestos y el gasto corriente necesarios para compensar la disminución de los ingresos por petróleo y carbón y el aumento de la inversión pública.

El marco de política macroeconómica permitirá determinar el ajuste de las variables macroeconómicas durante la transición. En las simulaciones de los efectos macroeconómicos de las medidas y las políticas relacionadas con el clima se supone que el tipo de cambio fluctuará de modo que la cuenta corriente se mantenga en torno al 2,5 % o el 3 % del PIB a largo plazo, que es el nivel necesario para estabilizar la posición de inversión internacional neta de Colombia. Dependiendo de la eficacia de las políticas para diversificar y aumentar las exportaciones distintas de petróleo y carbón, se supone que el tipo de cambio se depreciará más (o menos), lo que impulsará una contracción grande (o pequeña) de las importaciones y hará que el precio de las exportaciones sea más competitivo. Se supone, además, que habrá un ajuste del déficit fiscal para mantener la relación deuda-PIB estable en alrededor del 55 % del PIB. Esto implica que, en escenarios diferentes, la contracción del gasto y el aumento de los ingresos (y, por lo tanto, el impacto de las políticas fiscales en el PIB) también dependerán de la relación deuda-PIB. En el marco de estas suposiciones, tanto en el modelo macroeconómico y fiscal como en MANAGE se prevé que en un escenario de transición con cambio climático y descarbonización mundial y sin ajustes normativos, el crecimiento del PIB podría llegar al 3 %.

4.2.1. El aumento del precio efectivo del carbono y el incremento de los impuestos generales permitirían financiar la inversión climática pública, compensar la pérdida de ingresos por petróleo y carbón y proteger a los pobres del aumento de precio de los combustibles

Colombia dispone de margen para aumentar su precio efectivo del carbono. Según el diseño actual del impuesto al carbono, para 2030 dicho impuesto llegaría a USD 21/tCO₂e, un valor insuficiente para generar una reducción significativa de las emisiones de GEI. Por lo tanto, este impuesto no aporta significativamente al objetivo de alcanzar la CDN de Colombia, e impone una carga mayor en medidas sectoriales específicas que probablemente serán más costosas para la economía. Además, no alcanzaría para financiar inversiones públicas adicionales en el clima: según las proyecciones, los ingresos del impuesto al carbono solo representarán alrededor del 0,03 % del PIB en 2025 y el 0,1 % del PIB para 2030. La introducción prevista de un sistema de comercio de derechos de emisión aumentará el alcance, pero no necesariamente el nivel del precio del carbono en Colombia.

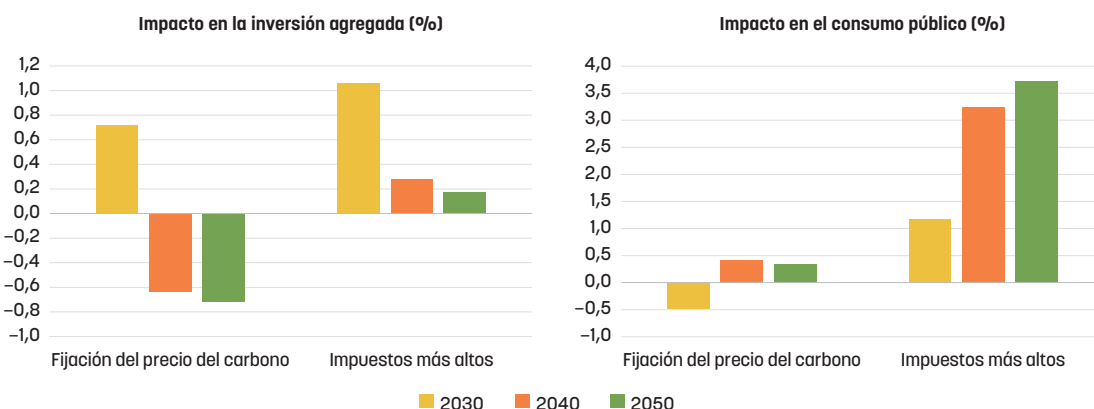
Hay dos maneras de lograr un precio efectivo del carbono más alto, que constituya un incentivo para reducir las emisiones y al mismo tiempo movilice financiamiento público. Las opciones incluyen aumentar el impuesto al carbono y aumentar los impuestos especiales. En el marco del diseño actual del impuesto al carbono, se prevé que el total de emisiones disminuirá un 2,6 % respecto del escenario base de la CDN para 2030, pero hasta el 40 % si dicho impuesto llegara a USD 67/tCO₂e en dicho año (en consonancia con un escenario de descarbonización lenta para llegar a cero emisiones netas en 2060 [OCDE, 2021]). Las estimaciones indican que las emisiones disminuirán en todos los sectores, si bien las mayores se registrarán en la industria. Un aumento del impuesto al carbono reduciría el consumo de combustibles, pues aumentaría los precios. Por ejemplo, con impuestos al carbono más elevados, se calcula que el precio de la gasolina aumentaría un 15 % y el precio del diésel un 18 % en comparación con el valor actual

de dicho impuesto. Por último, se estima que los ingresos aumentarán hasta un 0,7 % del PIB por año (alrededor de USD 4000 millones) para 2030, utilizando un modelo de equilibrio parcial (la herramienta para evaluar los precios del carbono) (Banco Mundial y DNP, 2023).

Si bien el aumento de los precios efectivos del carbono sería suficiente para financiar la inversión climática pública, no bastaría para compensar la pérdida de ingresos derivada de la descarbonización mundial, y tendría un impacto negativo en el PIB y en el consumo de los hogares. Al aumentar los precios de la energía, el aumento del precio del carbono reduciría las inversiones y el consumo, incluso en comparación con un escenario en el que la inversión climática pública se financie mediante el recorte de otros gastos y el aumento de otros impuestos, o en comparación con un escenario (insostenible) en el cual la inversión pública en materia climática se financie por medio de deuda. Sin embargo, en comparación con un escenario con cambio climático, pero sin inversión pública en el clima, de todos modos el PIB crecería. Asimismo, debido a que el precio del carbono incrementa los precios de la energía, para 2040 el poder adquisitivo y el consumo de los hogares disminuiría, en promedio, un 0,8 % en todos los grupos de ingresos, y la mayor pérdida de consumo, de hasta un 0,9 %, se registraría en los hogares más pobres (cuadro 4.1).

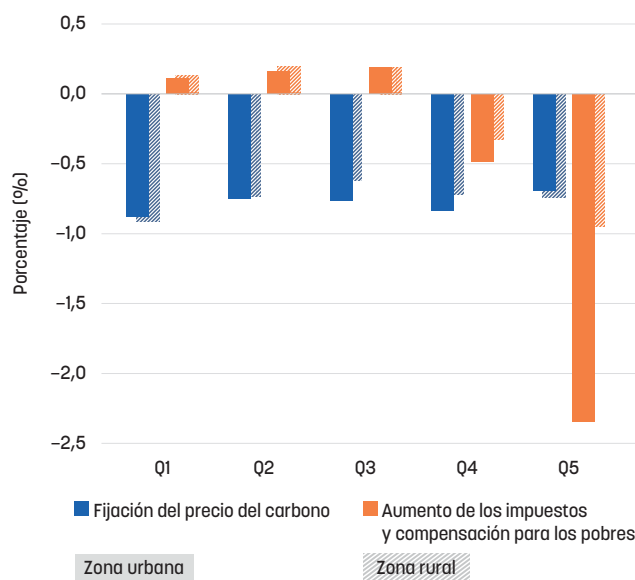
Además de aumentar los precios del carbono, Colombia debería incrementar todos los impuestos, preferiblemente de modo que acreciente la progresividad del sistema tributario y minimice el impacto en el crecimiento (gráfico 4.3). En un informe del Banco Mundial (2021e) se proponen medidas concretas para aumentar los impuestos entre un 0,3 % y un 0,7 % del PIB, al tiempo que se modifica la composición de los impuestos para aumentar la progresividad del sistema tributario y respaldar el crecimiento. Estas medidas, y un precio efectivo del carbono más elevado (como se sugirió anteriormente), generarían fondos suficientes para: i) financiar las inversiones climáticas públicas, ii) resarcir a los hogares de los primeros tres deciles de la distribución del ingreso por la disminución del ingreso real disponible causada por el precio del carbono, y iii) compensar una parte de la pérdida de ingresos derivada de la descarbonización mundial. Resarcir a los hogares pobres tendría un costo ligeramente inferior al 0,1 % del PIB, o cerca del 14 % de los ingresos procedentes de la fijación del precio del carbono. Si se formulan de manera adecuada (Banco Mundial, 2021e), estos aumentos adicionales del impuesto tendrían un impacto mínimo en el PIB (en comparación con la sola utilización de la fijación del precio del carbono), pero generarían un aumento de las inversiones y del gasto público (gráfico 4.2). Además, si se aumentan los ingresos (salvo los derivados de la fijación del precio del carbono) a través de impuestos progresivos, todo el paquete de políticas sería progresivo, y el consumo de los hogares aumentaría un 0,6 % en el caso de los grupos con menores ingresos, mientras que los grupos con ingresos más altos soportarían la carga del costo con una disminución del consumo de hasta un 2,5 %.

GRÁFICO 4.2. Con la composición adecuada, el aumento de otros impuestos promueve la inversión y permite aumentar el gasto público (variación porcentual en el total de inversiones y el consumo público solo en el marco de la fijación del precio del carbono, y fijación del precio del carbono más otros impuestos, en comparación con un escenario sin acción climática)



Fuente: estimaciones del personal del Banco Mundial realizadas con el modelo MANAGE a partir de datos del DANE

GRÁFICO 4.3. El aumento de otros impuestos puede crear espacio para resarcir a los hogares más vulnerables por las pérdidas derivadas del aumento de los precios del carbono (variación porcentual en el consumo de los hogares, por quintil, en comparación con un escenario sin reformas tributarias integrales)



Fuente: estimaciones del personal del Banco Mundial realizadas con el modelo MANAGE a partir de datos del DANE

CUADRO 4.1. Suposiciones en las que se basan los escenarios y comparación entre escenarios

	Escenarios ¹						
	Sin cambio climático	Daños relac. con el clima	Descarb. mundial	Inversiones climáticas	Fijación del precio del carbono	Fijación del precio del carbono e impuestos más altos	Aumento de la productividad
	(0)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
Daños y pérdidas							
Daños en el marco de la SSP2 (4,5)		x	x	x	x	x	x
Daños en el marco de la SSP3 (7,0)		x		x			
Daños SSP3 (7,0) límite superior ²		x		x			
Descarbonización mundial			x		x	x	x
Inversiones climáticas							
				x	x	x	x
Financiamiento para inversiones climáticas							
Impuesto al carbono					x	x	x
Aumento de otros impuestos						x	x
Compensación para los pobres						x	x
Aumento de la productividad							x
Diferencias de nivel en 2050 (porcentaje)							
PIB (en el marco de la SSP2 [4,5])		(A) – (0)	(B) – (0)	(C) – (A)	(D) – (B)	(E) – (B)	(F) – (B)
PIB (en el marco de la SSP3 [7,0] límite superior) ²		-1,5	-9,7	1,2	0,2	0,3	hasta 16
Total de inversiones		-2,5	n. d.	2,0	n. d.	n. d.	n. d.
Consumo del Gobierno		0,0	n. d.	0,0	-0,7	0,2	
		0,0	n. d.	0,0	0,4	3,7	
Referencias:		Gráficos 1.5, 1.6 y 1.7	Sección 1.2	Gráficos 3.9 y 3.10	Gráficos 4.2 y 4.3	Gráficos 4.2 y 4.3	Gráfico 4.4

Fuente: estimaciones de los autores

Notas: ¹ si bien el modelo contiene datos no lineales, la suma de las diferencias entre los escenarios proporciona una aproximación adecuada (es decir, por ejemplo, la diferencia del PIB entre los escenarios (D) y (0) es aproximadamente igual a (D) – (B) + (B) – (0)).

² límite superior = escenario SSP3 (7,0)

4.2.2. A fin de crear el espacio macroeconómico adicional necesario para financiar la transición climática, se deberá aumentar la productividad laboral

Además de las políticas para diversificar las exportaciones o incrementar los ingresos, el aumento del crecimiento permitirá crear el espacio necesario para atenuar las limitaciones macroeconómicas. El crecimiento permitirá crear el espacio necesario para financiar y absorber inversiones más voluminosas y reducir las vulnerabilidades frente a una gama de perturbaciones más amplia que las relacionadas estrictamente con el clima. Por ejemplo, con un crecimiento más elevado se podrían permitir déficits fiscales más altos y, sin embargo, mantener la estabilidad de la relación deuda-PIB.

Los aumentos de la productividad laboral en distintos sectores tienen impactos diferentes en el PIB. En el gráfico 4.4 se muestra el impacto adicional aproximado en el nivel del PIB (en comparación con el escenario mencionado en la sección anterior) de tres escenarios alternativos de aumentos de la productividad: un aumento anual permanente del 2 % en la productividad laboral i) en el sector agrícola, ii) en el sector manufacturero y iii) en ambos sectores⁴⁴. El crecimiento de la productividad de un sector aumenta su competitividad y genera un aumento del producto y de la demanda de factores de producción, así como salarios más altos y mayor demanda de insumos intermedios y finales, lo que tiene efectos secundarios positivos en otros sectores y en el PIB. Debido a que constituye una pequeña porción de la economía, el aumento de la productividad del sector agrícola únicamente, por ejemplo, mediante la reorientación de los subsidios agrícolas hacia la innovación verde (véase la sección 3.1.2), genera un aumento del PIB (6,2 %) en 2050 menor que el del aumento de la productividad en el sector manufacturero (9,9 %). Estas diferencias en el nivel del PIB son equivalentes a un aumento del crecimiento del PIB real del 3 % al 3,2 % y al 3,4 %, respectivamente. Sin dudas, el aumento de la productividad tanto en la agricultura como en las manufacturas tendría un impacto aún mayor en el PIB (en el nivel), del orden del 16 %, equivalente a un crecimiento del 3,6 %.

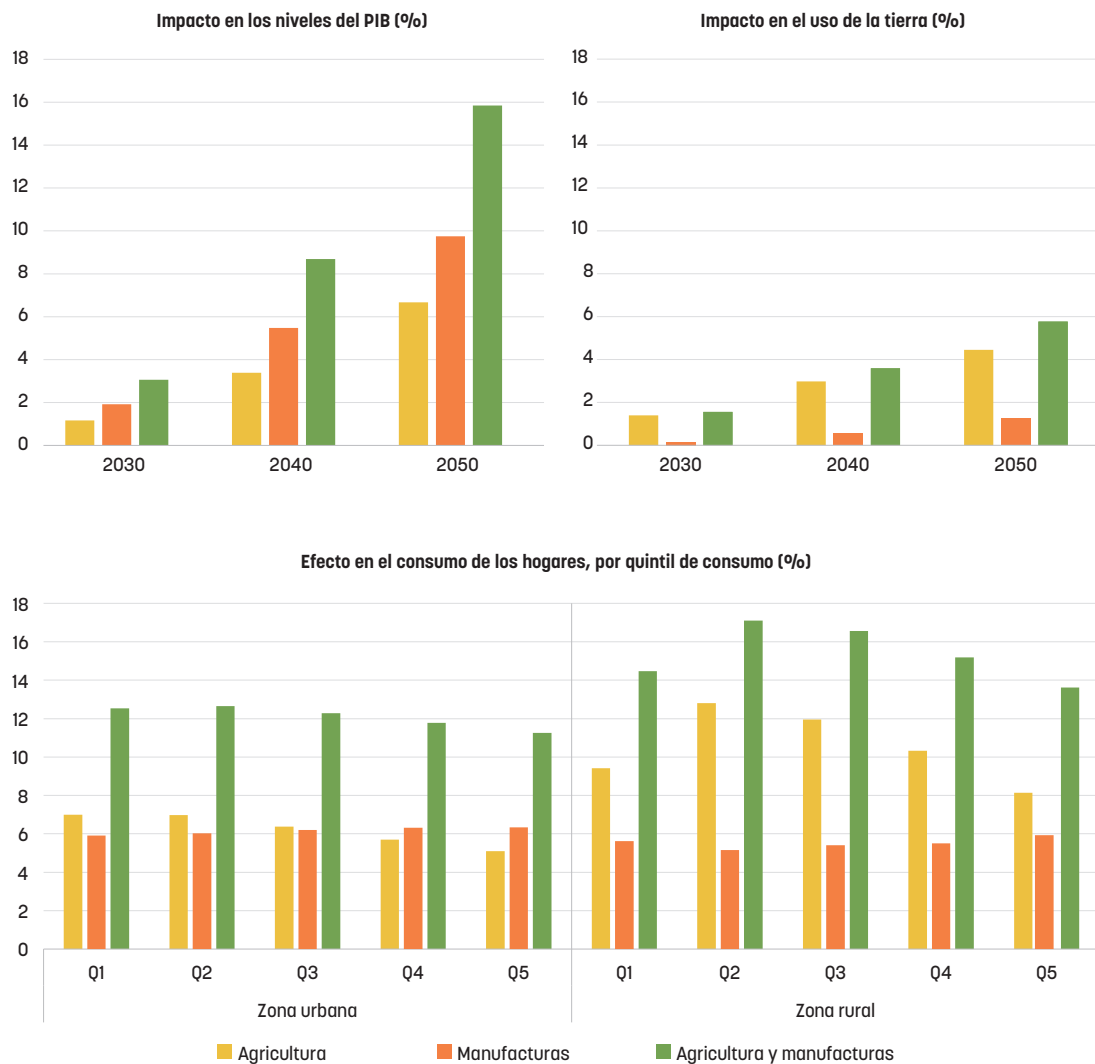
Sin embargo, se generarían tradeoffs en términos del uso de la tierra. Si bien la mayor productividad en la agricultura es importante para atender la creciente demanda de alimentos y aumentar los ingresos rurales durante la transición, también podría generar presión en los bosques si no se implementan políticas de contención de la deforestación similares a las descritas en 3.1.1 o si no se aplican políticas eficaces para mantener el desarrollo agrícola alejado de las zonas con alto riesgo de deforestación. La mayor productividad en las manufacturas también genera un aumento de la demanda de tierra, debido a que, a medida que la demanda agregada aumenta, también lo hace la demanda de productos agrícolas. No obstante, como los efectos secundarios generan un aumento menor en la producción agrícola, la presión en los bosques aumenta en menor medida (gráfico 4.4).

Los aumentos de la productividad laboral en los distintos sectores tienen impactos diferentes en el consumo de los hogares. Los aumentos de la productividad en el sector agrícola incrementan el consumo de los hogares rurales en mayor medida que el de los hogares urbanos, y de ese modo reducen parcialmente la brecha de consumo entre los hogares rurales y urbanos. Asimismo, los aumentos son mayores para los hogares rurales pobres. Los aumentos del consumo derivados del mayor crecimiento de la productividad en las manufacturas son similares en todos los grupos de ingresos y en los hogares urbanos y rurales (gráfico 4.4).

Otro de los beneficios del aumento de la productividad es que atenúa las restricciones fiscales y respalda la diversificación de las exportaciones. De hecho, un aumento de 0,4 puntos porcentuales en el crecimiento permitiría incrementar el déficit fiscal en un 0,3 % o 0,4 % del PIB, así como mantener la relación deuda-PIB estable en el 55 % del PIB. En otras palabras, el Gobierno podría aumentar su endeudamiento neto anual hasta un 0,4 % del PIB sin afectar la sostenibilidad de la deuda. Las mejoras de la productividad en las manufacturas tendrían efectos positivos en la competitividad de la economía colombiana y crearían un entorno propicio para la diversificación de las exportaciones.

⁴⁴ Cualitativamente los resultados no varían si aumenta la productividad total de los factores en vez de la productividad laboral.

GRÁFICO 4.4. El aumento de la productividad en las manufacturas incrementa el PIB y el consumo de los hogares, y también genera aumentos en el uso de la tierra que son menores que los derivados del aumento de la productividad en la agricultura



Fuente: estimaciones del personal del Banco Mundial realizadas con el modelo MANAGE a partir de datos del DANE

4.2.3. Política macroeconómica orientada a promover la acción climática y el desarrollo

A fin de respaldar la acción climática y alcanzar los objetivos de desarrollo será necesario adoptar medidas coordinadas y transformadoras en múltiples dimensiones. Específicamente, Colombia debería realizar lo siguiente:

- » Aumentar el precio efectivo del carbono, ampliar su cobertura y aumentar otros impuestos, promoviendo la progresividad y reduciendo el impacto de los impuestos en la actividad económica (Banco Mundial, 2021e). Al mismo tiempo, sería conveniente mejorar la eficiencia del gasto para crear espacio fiscal.
- » Compensar el impacto del aumento de los precios efectivos del carbono en los pobres. Para tal fin se pueden efectuar pagos compensatorios a los hogares más pobres (al menos a los que conforman los dos deciles inferiores de la distribución del ingreso) por los efectos directos e indirectos del aumento de los precios del carbono.
- » Eliminar rápidamente los subsidios a los combustibles. El Gobierno ha indicado que los subsidios a los combustibles se reducirán marcadamente (o, incluso, se eliminarán) a mediano plazo. Su eliminación no solo crearía espacio fiscal, sino que también aumentaría los efectos de la fijación del precio del carbono en las emisiones.

- » Aumentar la productividad de la mano de obra y de la economía en general, especialmente del sector manufacturero. Para esto se pueden reducir los obstáculos a la entrada de empresas, los costos relacionados con el cumplimiento de las normas y reglamentaciones y los obstáculos para acceder al crédito, así como expandir la digitalización.
- » Promover la diversificación de las exportaciones y aumentar la participación de los productos con alto valor agregado en las exportaciones. Las medidas incluyen atraer inversión extranjera directa en sectores no tradicionales, aprovechar la migración internacional a Colombia y la migración colombiana al extranjero para aumentar la transferencia de conocimientos, y mejorar el comercio, la logística y las instituciones relacionadas con el intercambio.

4.3. Financiar una trayectoria representativa resiliente y cero neta (TRRCN)

Movilizar financiamiento será sumamente importante para que Colombia pueda abordar la transición climática y alcanzar sus objetivos de desarrollo. Entre 2011 y 2021, Colombia movilizó alrededor de COP 24,3 billones para medidas de mitigación y adaptación climáticas de fuentes públicas, privadas y externas (DNP y Fedesarrollo, 2022); en promedio, esta suma es equivalente al 0,2 % del PIB. Del total, COP 4,5 billones fueron proporcionados a título de donación por fuentes externas. Las inversiones necesarias para que Colombia cumpla sus objetivos climáticos implicarán un aumento considerable del financiamiento muy superior a estas cifras.

Es necesario adoptar medidas en dos frentes. En primer lugar, se deben identificar fuentes de financiamiento. Esto incluye reorientar los subsidios con alto nivel de carbono y el financiamiento público directo de inversiones climáticamente inteligentes, así como recurrir a fuentes internacionales, bilaterales y multilaterales de financiamiento y a iniciativas de financiamiento climático. En segundo lugar, se debe verificar que las reglamentaciones financieras estén diseñadas de manera que doten a las instituciones financieras de las herramientas necesarias para identificar fuentes de financiamiento y movilizarlas para los mejores propósitos. En ambos frentes, las medidas implicarán la participación de los sectores público y privado, incluido el sector financiero.

4.3.1. Las necesidades estimadas de financiamiento adicional

Las necesidades de financiamiento adicional de los sectores público y privado ascenderán a alrededor del 1,5 % del PIB entre 2023 y 2030, y al 1,1 % del PIB entre 2031 y 2050. Esto representará un nivel de financiamiento climático que es entre cinco y siete veces mayor que el movilizadado hasta la fecha. Estas cifras se basan en los siguientes supuestos, que se resumen en el cuadro 4.2:

- » **El Gobierno podrá financiar una parte de la transición climática a través del aumento de los ingresos y la mejora de la eficiencia del gasto, pero deberá aumentar el endeudamiento neto o movilizar recursos de donantes por un valor que represente alrededor del 0,4 % del PIB entre 2023 y 2030, y el 0,2 % del PIB entre 2031 y 2050.** Como se analizó en la sección 4.1, el Gobierno deberá movilizar entre el 1,6 % y el 1,8 % del PIB para compensar la pérdida de ingresos derivada de la descarbonización mundial y el gasto adicional relacionado con la transición climática. Los aumentos tanto del precio efectivo del carbono como de otros impuestos podrían contribuir entre el 1 % y el 1,4 % del PIB. Como se indicó en la sección 4.1.2, las medidas en materia de eficiencia del gasto, en particular las relacionadas con los subsidios a los servicios públicos domiciliarios, podrían liberar hasta un 0,4 % del PIB. El mayor crecimiento derivado del aumento de la productividad permitiría cubrir el financiamiento restante hasta un 0,4 % del PIB por año. Esto obedece a que el mayor crecimiento permitiría al Gobierno aumentar el déficit sin afectar la sostenibilidad de la deuda.
- » **Inicialmente, el sector privado debería financiar las inversiones climáticas adicionales y solo recuperaría los costos más adelante a través del aumento de los precios o la disminución de los costos operativos.** En este supuesto, las necesidades de financiamiento adicional del sector privado ascenderían a alrededor del 1,1 % del PIB entre 2023 y 2030, y al 0,9 % del PIB entre 2031 y 2050.

Las estimaciones de la demanda adicional de financiamiento climático podrían diferir de las estimaciones de las necesidades de financiamiento adicional. El financiamiento climático es una de las numerosas fuentes de financiamiento. En el caso del Gobierno, la demanda de financiamiento climático dependerá probablemente del monto de las inversiones climáticas y del modo en que el endeudamiento verde se ajuste a la estrategia general de financiamiento. Por ejemplo, si los bonos verdes permiten al Gobierno reducir los costos financieros, ampliar los

vencimientos o reducir los riesgos cambiarios, este podría emitir dichos instrumentos por un valor equivalente al total de las inversiones ecológicas, incluso en el caso de que los ingresos hubieran aumentado (o, alternativamente, se hubieran reducido otros gastos), como se sugirió anteriormente.

CUADRO 4.2. Una trayectoria ilustrativa para el financiamiento de la transición climática de Colombia

Rango de las necesidades de financiamiento adicional (en porcentaje del PIB)		
	2023–2030	2031–2050
Total: público + privado	1,5	1,1
Sector público (= A – B)	0,4	0,2
A) Costos de la transición climática	1,7	1,9
Pérdida de ingresos por petróleo y carbón	1,2	1,6
Inversión climática adicional	0,4	0,2
Seguridad social adaptativa	0,1	0,1
B) Recursos derivados de la reorientación de ingresos y la disminución del gasto (netos)	1,3	1,7
Fijación del precio del carbono	0,7	0,7
Impuestos más altos	0,3	0,7
Aumento de la eficiencia del gasto y los subsidios	0,4	0,4
Compensación para los pobres	-0,1	-0,1
Sector privado (= C)	1,1	0,9
C) Inversión climática adicional	1,1	0,9

Fuente: estimaciones de los autores

4.3.2. Desarrollo de instrumentos y mercados de financiamiento climático

El Gobierno colombiano y su sector financiero han estado a la vanguardia del desarrollo de instrumentos de financiamiento climático. Tras implementar un marco de bonos verdes, de conformidad con los Principios de los Bonos Verdes establecidos por la Asociación Internacional de Mercados de Capitales, Colombia emitió su primer bono soberano verde en 2021, el primero de su tipo en América Latina. A través de las emisiones, se recaudó el equivalente a USD 850 millones, o alrededor del 0,2 % del PIB, con un rendimiento más bajo que el de emisiones “no verdes” comparables, y los fondos se utilizaron para financiar la agenda verde. Desde 2016, el sector privado de Colombia, principalmente las instituciones financieras, han emitido alrededor de USD 880 millones en bonos verdes y de sostenibilidad en el país.

Sin embargo, aún no se han aprovechado todas las posibilidades que ofrecen las emisiones de bonos verdes y el crédito verde, así como otros instrumentos del mercado de capital verde. El número de emisiones ha sido modesto, e incluye 5 bonos de sostenibilidad y 10 bonos verdes. En el mercado de crédito, el sector financiero de Colombia otorgó préstamos por valor de USD 123 000 millones en 2021 (Asobancaria, 2021). De esa suma, el 2,4 %, o USD 3000 millones, se calificó como financiamiento “verde”, de conformidad con los criterios de la taxonomía verde del país⁴⁵. Si bien la taxonomía verde no es totalmente congruente con los criterios climáticos, la suma es, en términos generales, equivalente a los USD 3000 millones que el sector privado debería movilizar cada año entre 2023 y 2030 para la trayectoria representativa resiliente y cero neta. No obstante, el 96 % de los préstamos vigentes se concentra en los sectores del transporte, la construcción, la energía y el agua. En vista de la necesidad de financiamiento climático en el sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (en los cuales el financiamiento en condiciones concesionarias revestirá especial importancia debido al tamaño pequeño de muchos establecimientos productivos), así como en los sectores de residuos y manufacturas, será necesario desarrollar nuevos productos financieros para atender a dichos sectores. Los sectores bancario y financiero aún enfrentan obstáculos informativos que a menudo impiden tomar decisiones informadas en materia de inversiones climáticas, sus beneficios, y las medidas y los componentes tecnológicos necesarios para aprovechar las importantes reformas y las nuevas normas que se han implementado recientemente.

⁴⁵ A partir de la información aportada por 12 instituciones financieras.

Otros instrumentos del mercado de capital verde también están subdesarrollados. Los instrumentos y mecanismos de los mercados de capitales —como las plataformas de *blended finance*⁴⁶, los fondos para infraestructura verde, los fondos verdes que cotizan en bolsa, los mercados de créditos de carbono y los bonos vinculados tanto al clima como a la sostenibilidad— todavía no han alcanzado su pleno potencial en Colombia. Los motivos son varios. Una de las razones principales es la falta de conocimiento y comprensión de estos instrumentos por parte de los inversionistas y los emisores. Muchos inversionistas del país aún no están familiarizados con la taxonomía verde y los instrumentos conexos. Debido a esta falta de comprensión, los emisores tienen dificultades para atraer inversionistas y así obtener fondos para proyectos sostenibles. Otro de los motivos del subdesarrollo de los instrumentos de los mercados de capital verde es la limitada cartera de proyectos preparados para la inversión que se financiarían con estos instrumentos. Las plataformas sectoriales en las que participan los sectores real, financiero y público ayudan a resolver muchos de esos obstáculos y a mejorar la calidad del financiamiento, y los servicios de financiamiento para la preparación de proyectos permiten crear una cartera de proyectos financiables.

Los mercados de carbono todavía están en proceso de formación en Colombia, pero los BND podrían promover su crecimiento mejorando el rendimiento financiero de las inversiones climáticas. Colombia está elaborando un sólido marco institucional y regulatorio para reglamentar la creación de activos ambientales, como los créditos de carbono. Más allá de los mercados voluntarios de carbono, que se basan principalmente en el carbono forestal, los futuros flujos de fondos provenientes de la monetización de los créditos de carbono podrían actuar como un complemento importante del financiamiento de proyectos de infraestructura sostenible al mejorar el rendimiento financiero y los períodos de reembolso. Debido a su experiencia de trabajo con ambos sectores de la economía, así como con el Gobierno y las empresas estatales, los BND están bien posicionados para crear plataformas y coinvertir con fondos privados, y para alinear nuevos fondos con la estrategia del Gobierno. Esto permitiría mejorar las opciones de liquidez y monetización para los activos ambientales.

El sector financiero desempeñará un papel importante a la hora de facilitar la transición, en particular si puede proporcionar capital “paciente”. A raíz de que sus períodos de amortización son usualmente más prolongados, las inversiones verdes requieren financiamiento a largo plazo. El sector financiero colombiano está mejor posicionado para aprovechar estas oportunidades, y el papel que desempeñan los BND reviste especial importancia (véase más adelante). Es fundamental que el financiamiento paciente llegue a las pequeñas y medianas empresas (pymes) en una amplia gama de sectores. La participación de las empresas más pequeñas en los compromisos de alcanzar cero emisiones netas es crucial debido a su representación en cadenas de valor clave para Colombia. No obstante, se debería evitar la práctica de asignar los fondos tomados en préstamo para fines específicos a fin de no generar distorsiones que podrían socavar la productividad.

A pesar de todos los avances logrados hasta la fecha, el sector financiero verde podría desarrollarse aún más. A futuro, el sector financiero puede aprovechar la taxonomía verde y los marcos de bonos verdes para aumentar el financiamiento climático para áreas estratégicas, como la ACI y la infraestructura con bajas emisiones de carbono. Al mismo tiempo, la Superintendencia Financiera de Colombia puede ayudar a los bancos a mapear sus carteras verdes, a superar los principales desafíos relacionados con la implementación de la taxonomía verde y a incrementar las inversiones verdes. Es fundamental, por lo tanto, seguir mejorando los parámetros existentes, así como exigir más transparencia en lo referente al impacto financiero del cambio climático en las carteras de inversiones. Debido a que el análisis de escenarios e impactos relacionados con el cambio climático todavía está en ciernes en el sector financiero y, actualmente, las instituciones financieras no están obligadas a divulgar su exposición a los riesgos climáticos ni las oportunidades climáticas, el mapeo de las carteras verdes se debería llevar a cabo en paralelo con evaluaciones del riesgo que incluyan los riesgos financieros vinculados con el clima. En consonancia con el documento titulado *Hacia el enverdecimiento del sistema financiero colombiano*, el Gobierno debe promover la divulgación del desempeño de las instituciones financieras en materia ambiental, social, de gobernanza y climática a nivel de la economía en general utilizando normas internacionales, como la Norma de Divulgación de la Sostenibilidad. El mejoramiento de los parámetros y el aumento de la transparencia facilitan la creación y la adopción de instrumentos de financiamiento climático, debido a que los inversionistas nacionales y extranjeros pueden estimar mejor el desempeño financiero y ambiental de sus inversiones. Asimismo, es necesario un compromiso a nivel directivo para definir la gobernanza, la estrategia, las oportunidades, la gestión del riesgo y los parámetros relacionados con el clima. El uso obligatorio de la taxonomía verde permitiría a las instituciones financieras identificar con claridad los activos verdes y divulgar su exposición verde.

Por otra parte, en los instrumentos de financiamiento climático se deben tener en cuenta los diversos perfiles de riesgo/rendimiento de los inversionistas potenciales, así como la capacidad de las empresas locales para aprovechar los mercados financieros. Si bien los grandes inversionistas institucionales, como los fondos de pensiones

⁴⁶Término en inglés para indicar finanzas combinadas público-privadas con elementos de concesionalidad.

y otras instituciones financieras, están mejor posicionados para aprovechar los instrumentos de financiamiento climático que ofrecen los mercados de capitales (como los bonos verdes), un gran porcentaje del sector privado local está integrado por empresas menos sofisticadas que suelen necesitar un conjunto diferente de instrumentos y estructuras de incentivos. En este contexto será importante elaborar instrumentos de financiamiento climático nuevos e innovadores, entre ellos estructuras de reducción de riesgos, préstamos para grandes empresas, préstamos para financiamiento de proyectos, líneas de crédito renovable e instrumentos derivados, así como proporcionar asistencia técnica para la elaboración de proyectos preparados para la inversión. Al respecto, los BND pueden desempeñar un papel importante, y podrían fortalecer su liderazgo en la movilización de fondos de los donantes, recursos públicos y capital privado, en particular a través de la formulación de estrategias de *blended finance* para atraer fondos en condiciones concesionarias con costos de capital más bajos.

4.3.3. La función del sector público en el direccionamiento de los fondos

Los BND pueden desempeñar un papel crucial en la prestación de financiamiento climático. En primer lugar, en comparación con los inversionistas privados, los BND generalmente están más dispuestos a otorgar financiamiento a largo plazo para inversiones con riesgos más altos y, por lo tanto, pueden abordar los obstáculos críticos del mercado asociados con las inversiones verdes, como los períodos de amortización prolongados y los proyectos con altos riesgos. En segundo lugar, los BND pueden movilizar financiamiento privado para actividades verdes mediante la elaboración de enfoques innovadores, por ejemplo, financiamiento combinado, cofinanciamiento e instrumentos de reducción de riesgos, como garantías. En tercer lugar, pueden ayudar a establecer un historial de inversiones verdes actuando como pioneros y financiando proyectos de demostración en las primeras etapas del desarrollo del mercado. Por último, pueden proporcionar asistencia técnica y servicios de fortalecimiento de la capacidad en todas las etapas de la elaboración de un proyecto (Dalhuijsen et al., de próxima aparición).

En Colombia, los BND han comenzado a respaldar la agenda climática, si bien con grandes diferencias de una institución a otra (Arvai, Letelier y Gutiérrez, 2022). Muchos BND han firmado el Protocolo Verde de la Asociación Bancaria y de Entidades Financieras, una iniciativa orientada a respaldar la integración de factores de sostenibilidad en el gobierno corporativo de las instituciones financieras, así como el desarrollo de nuevas actividades y productos financieros focalizados en el desarrollo verde. Además, algunos de ellos se han beneficiado con el apoyo de fondos mundiales en condiciones concesionarias para fortalecer sus prácticas de gestión de los riesgos climáticos o para ampliar su cartera de productos a fin de incluir nuevos productos y servicios verdes. En 2021, el 40 % (USD 1190 millones) del financiamiento verde existente en Colombia fue otorgado por los BND (Asobancaria, 2021). Este porcentaje representó el 18 % de los nuevos préstamos otorgados por los cuatro BND principales⁴⁷ ese año (USD 6700 millones). Suponiendo, a modo de ejemplo, que cada dólar invertido por un BND moviliza USD 3 de financiamiento privado adicional, en teoría este monto superaría las necesidades de financiamiento privado para la trayectoria representativa resiliente y cero neta, siempre que se utilice para su objetivo específico.

El Gobierno ha creado el Fondo para la Sustentabilidad y la Resiliencia Climática (FONSUREC) con el propósito de encauzar fondos al sector privado en general para inversiones climáticas. Mediante la reforma tributaria de 2022 se destinó para la acción climática el 80 % de los ingresos procedentes del impuesto al carbono, que se distribuirían a través del FONSUREC. No obstante, con el actual diseño del impuesto, se estima que los ingresos solo aumentarán alrededor de un 0,04 % del PIB para 2028. Si bien se prevé que el sistema de comercio de derechos de emisión en Colombia generará ingresos adicionales para el FONSUREC una vez que este comience a subastar los derechos de emisión, no se espera que esto suceda antes de 2026. La suma del financiamiento movilizado a través de dicho sistema dependerá del esfuerzo regulatorio en curso para definir su alcance, la trayectoria del límite máximo de emisiones y el mecanismo de subasta. Sin embargo, dada la necesidad de vincular el impuesto al carbono con el sistema de comercio de derechos de emisión, la capacidad de este último para obtener un monto considerablemente mayor de recursos será limitada en tanto el impuesto al carbono siga siendo bajo. Por lo tanto, gran parte del impacto del FONSUREC dependerá del diseño del régimen de fijación del precio del carbono y también de su capacidad para asignar sus recursos de manera eficiente para que tengan el mayor impacto, así como de su capacidad para movilizar inversiones privadas y crear una cartera de proyectos en los que pueda invertir.

Colombia debería aprovechar su experiencia en materia de APP con el propósito de obtener capital privado nacional e internacional para la acción climática, para lo cual es necesario que cuente con un sólido marco regulatorio e incentivos económicos para acelerar la participación de APP centradas en el clima. Entre 1990 y 2022, Colombia, uno de los líderes regionales en lo que respecta a la utilización de instrumentos de APP (Economist

⁴⁷ A partir de un examen de los informes anuales de 2021 de Bancóldex, FINAGRO, la Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER) y la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), y suponiendo que todas las instituciones presentaron información completa sobre su cartera de financiamiento verde. No se incluyó a Banco Agrario en el estudio para evitar la doble contabilidad de su financiamiento y el de FINAGRO.

Intelligence Unit, 2019), concertó más de 200 proyectos de APP en el sector de infraestructura, con un valor total de USD 51 000 millones, de los cuales USD 27 500 millones se destinaron a obras viales y USD 14 300 millones al sector de electricidad (Banco Mundial, 2023a). Para promover inversiones en la transición climática, el Gobierno estableció recientemente la posibilidad explícita de desarrollar APP para proyectos relacionados con el cambio climático. Para acelerar el uso de estos instrumentos, a través de diversas instituciones, como la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), el Gobierno puede fomentar la participación del sector privado en APP centradas en el clima, mediante: i) la implementación de un proceso sistemático de estudio inicial de las solicitudes de proyectos para evaluar los riesgos climáticos y las oportunidades; ii) la estructuración de una sólida cartera de proyectos climáticamente inteligentes, con una asignación de los riesgos climáticos, bien fundada y equilibrada, entre las partes interesadas públicas y privadas; iii) la consideración de su experiencia pasada, en particular en el sector vial, y la elaboración de productos financieros que complementen la oferta del mercado para mitigar los riesgos específicos que impiden realizar inversiones adicionales; y iv) la creación de mecanismos de *blended finance* que permitan movilizar capital privado, así como aprovechar los recursos en condiciones concesionarias para cubrir específicamente los gastos de capital adicionales asociados con los componentes de mitigación y adaptación al clima.

4.3.4. La función del sector externo en el direccionamiento de los fondos

Colombia ha accedido con éxito a un conjunto de fuentes disponibles para financiamiento climático. Estas fuentes incluyen financiamiento específico para el clima, financiamiento del sector privado internacional, los mercados de carbono y préstamos de los bancos multilaterales de desarrollo. Entre 2016 y 2022, el financiamiento multilateral vinculado al clima, que está supeditado a los avances en la agenda legislativa y regulatoria en materia climática, ascendió a USD 6900 millones. FINDETER es una entidad acreditada ante el Fondo Verde para el Clima (FVC). Por su parte, la FDN está tramitando dicha acreditación y, además, está identificando recursos en el mercado internacional para implementar estructuras de *blended finance* que le permitirán ofrecer financiamiento en condiciones competitivas, por ejemplo, para proyectos de energía renovable y movilidad urbana, y está trabajando para tener acceso a los fondos del FVC. En la actualidad, Colombia está utilizando recursos de los Fondos de Inversión en el Clima en forma de financiamiento para fines específicos por valor de más de USD 100 millones. Como se mencionó en la sección 3.1.1, el país también podría recurrir al financiamiento internacional vinculado al carbono forestal.

5. Resumen de las recomendaciones

El presente informe contiene diversas recomendaciones acerca de las medidas que Colombia puede adoptar para concretar sus aspiraciones en materia climática y de desarrollo. Para tal fin será necesario gestionar de manera racional los riesgos físicos y financieros relacionados con el clima, así como los riesgos derivados de la transición. Para impulsar los cambios sistémicos necesarios para la implementación de las transiciones climáticas, en este CCDD se proponen *paquetes* de políticas centrados en los sectores prioritarios de la transición. Cada uno de dichos paquetes está compuesto por un conjunto de medidas normativas prioritarias a corto, mediano y largo plazo, que respaldan los objetivos de desarrollo resiliente y con bajas emisiones de carbono establecidos por el país. Los paquetes de políticas y sus medidas normativas específicas difieren en los impactos en el desarrollo y el clima, y el país tiene diversos niveles de preparación para ponerlas en marcha. Además, cada medida normativa se deberá evaluar teniendo en cuenta otros desafíos, entre ellos las limitaciones en materia de recursos y capacidad, así como los desafíos normativos, institucionales y tecnológicos. Cabe señalar que cada medida normativa, en sí misma, no constituye una solución mágica: para lograr los cambios sistémicos necesarios se deben implementar los paquetes de políticas. Dado que el sector privado, la gestión macroeconómica y la gobernanza institucional son fundamentales para las transiciones climáticas, en este informe también se mencionan los paquetes de políticas transversales que apuntalan el éxito de los paquetes de políticas sectoriales.

Este resumen, en el que se intenta proporcionar una priorización de alto nivel de cada medida normativa en lo referente a estos aspectos, constituye un ejercicio preliminar que se enriquecería con un análisis exhaustivo de las condiciones del marco institucional y regulatorio, así como de los desafíos relacionados con la gobernanza y la economía política, y con un análisis de costos y beneficios. El cuadro 5.1 contiene los criterios utilizados para evaluar las medidas normativas recomendadas. Por su parte, el cuadro 5.2 contiene la lista completa de los paquetes de políticas y sus respectivas medidas normativas.




CUADRO 5.1. Criterios para priorizar las medidas normativas recomendadas






	Criterios	Descripción
Impacto climático	Adaptación	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de la vulnerabilidad ante riesgos climáticos
	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> Impacto en las reducciones de emisiones Potencial para evitar <i>lock-ins</i>
Impacto en términos de desarrollo	Capital humano	<ul style="list-style-type: none"> Impacto en la reducción de la pobreza Potencial para la generación de empleo
	Crecimiento económico	<ul style="list-style-type: none"> Pertinencia para el crecimiento, medida en función de la contribución al PIB
	Capital natural	<ul style="list-style-type: none"> Impacto en la conservación y la restauración
Preparación para la implementación	Arquitectura habilitante	<ul style="list-style-type: none"> Suficiencia del marco de políticas Suficiencia del marco institucional Disponibilidad de tecnologías
	Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> Impacto en la carga fiscal Idoneidad para la inversión privada

Fuente: elaborado por el personal del Banco Mundial; adaptado de Banco Mundial (2022i)




TABLA 5.2. Resumen de paquetes de políticas y acciones












































Urgencia del cronograma:

-  Corto plazo = (2022/2023 a 2024/2025)
-  Mediano plazo = (2024/2025 a 2029/2030)
-  Largo plazo = (después de 2030)




Área de políticas	Medidas de política prioritarias	Resultado de la priorización	
1. Paisajes sostenibles y productivos			
a. Contención de la deforestación	<ul style="list-style-type: none">  Ampliar el catastro multipropósito  Actualizar folios catastrales  Controlar el establecimiento de nuevas veredas  Introducir un sistema de trazabilidad del ganado  Eliminar gradualmente los incentivos para la ganadería insostenible  Desarrollar alternativas de empleo fuera de los sectores del uso de la tierra alrededor de los puntos críticos de deforestación  Alinear las políticas a nivel nacional y descentralizado  Ampliar la producción sostenible y la restauración  Llevar a cabo una planificación inclusiva del uso de la tierra  Fortalecer los derechos de los pueblos indígenas y comunidades locales sobre la tierra y los derechos de tenencia  Aumentar los servicios de extensión  Ampliar las cadenas de valor sostenibles para los productos agrícolas y forestales  Fortalecer la capacidad de las autoridades ambientales regionales  Fortalecer la Unidad de Parques Nacionales  Aumentar la eficacia de la aplicación de la ley 	<p> Desarrollo</p> <p> Clima</p> <p> Readiness [Preparación]</p>	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento
b. Agricultura climáticamente inteligente	<ul style="list-style-type: none">  Reorientar el apoyo a la agricultura para promover la innovación verde  Fortalecer el sistema de innovación agrícola  Diseñar productos financieros para impulsar la adopción de tecnología y mejorar la gestión de riesgos  Establecer objetivos para que los bancos de desarrollo amplíen los préstamos para agricultura climáticamente inteligente e incluyan criterios climáticos en sus decisiones de préstamo  Ampliar el acceso a financiamiento en las zonas rurales, a través de instituciones financieras, en conjunto con asistencia técnica  Establecer asociaciones para integrar soluciones digitales en las prácticas de los productores  Ampliar el suministro de garantías y de seguros agrícolas 	<p> Desarrollo</p> <p> Clima</p> <p> Readiness [Preparación]</p>	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento

Urgencia del cronograma:

-  Corto plazo = (2022/2023 a 2024/2025)
-  Mediano plazo = (2024/2025 a 2029/2030)
-  Largo plazo = (después de 2030)




Área de políticas	Medidas de política prioritarias	Resultado de la priorización	
2. Infraestructura resiliente y con bajas emisiones de carbono			
a. Energía	<ul style="list-style-type: none">  Alinear las políticas, la planificación y las regulaciones del sector eléctrico con objetivos de descarbonización  Desarrollar un sistema de generación, transmisión y distribución eléctrica resiliente al clima  Aumentar la proporción de generación de energía renovable  Aumentar la eficiencia energética con énfasis en edificios  Aumentar la electrificación de los usos finales (edificios e industria)  Elaborar regulaciones para la producción y el uso de hidrógeno con bajas emisiones de carbono 	<ul style="list-style-type: none">  Desarrollo  Clima  Readiness [Preparación] 	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento
b. Transporte	<ul style="list-style-type: none">  Invertir en carreteras rurales climáticamente resilientes en regiones rezagadas  Fortalecer el marco regulatorio y el uso de productos de financiamiento climático diseñados para incentivar la inversión privada en la adaptación de las carreteras primarias  Electrificar los sistemas de transporte público  Mejorar la bancabilidad de los contratos de concesión en el transporte urbano  Continuar el cambio modal hacia el transporte activo  Desarrollar políticas y programas de inversión para el transporte con bajas emisiones de carbono  Implementar proyectos de carga multimodal 	<ul style="list-style-type: none">  Desarrollo  Clima  Readiness [Preparación] 	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento
c. Agua	<ul style="list-style-type: none">  Invertir en abastecimiento de agua, saneamiento y riego en regiones rezagadas  Reducir la fragmentación en los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento 	<ul style="list-style-type: none">  Desarrollo  Clima  Readiness [Preparación] 	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento









































Urgencia del cronograma:

-  Corto plazo = (2022/2023 a 2024/2025)
-  Mediano plazo = (2024/2025 a 2029/2030)
-  Largo plazo = (después de 2030)

Área de políticas	Medidas de política prioritarias	Resultado de la priorización	
3. Una transición justa y centrada en las personas			
a. Protección social	<ul style="list-style-type: none">  Ampliar la cobertura y la cantidad de programas de asistencia social  Mejorar los mecanismos de prestación de los programas de asistencia social  Vincular los programas de asistencia social con las estrategias de inclusión económica  Implementar un registro social dinámico de hogares  Integrar el registro social con sistemas de alertas tempranas 	<p> Desarrollo</p> <p> Clima</p> <p> Readiness [Preparación]</p>	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento
b. Transiciones laborales	<ul style="list-style-type: none">  Implementar programas de capacitación y recalificación  Promover la innovación en tecnologías verdes  Promover los vínculos entre empresas e instituciones de investigación  Implementar transferencias compensatorias y programas de seguros  Facilitar la reasignación espacial de las personas 	<p> Desarrollo</p> <p> Clima</p> <p> Readiness [Preparación]</p>	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento
4. Gestión macroeconómica			
	<ul style="list-style-type: none">  Aumentar el precio efectivo del carbono y, al mismo tiempo, proteger a los pobres  Sistemas de compensación para los más pobres a fin de tener en cuenta los efectos del aumento del precio efectivo del carbono  Aumentar la recaudación de otros impuestos, reduciendo la ineficiencia económica y aumentando la progresividad  Reducir los subsidios a los combustibles  Aumentar la eficiencia del gasto para crear espacio fiscal  Aumentar la productividad laboral en el sector de manufacturas 	<p> Desarrollo</p> <p> Clima</p> <p> Readiness [Preparación]</p>	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento

Urgencia del cronograma:

-  Corto plazo = (2022/2023 a 2024/2025)
-  Mediano plazo = (2024/2025 a 2029/2030)
-  Largo plazo = (después de 2030)

Área de políticas	Medidas de política prioritarias	Resultado de la priorización	
5. Movilización del sector privado/financiero			
	<ul style="list-style-type: none">  Los bancos públicos de desarrollo implementarán la taxonomía verde  Los bancos públicos de desarrollo ampliarán los productos de financiamiento combinado  Las instituciones financieras mejorarán los indicadores de evaluación y divulgación de los riesgos financieros relacionados con el clima  Promover el uso de normas internacionales de divulgación de la información, tales como la Norma de Divulgación de Sostenibilidad de las Normas Internacionales de Información Financiera  Las instituciones financieras definirán la gobernanza, la estrategia, las oportunidades, la gestión de riesgos y los sistemas de medición relacionados con el clima.  Fortalecer la regulación para acelerar las APP centradas en el clima  Desarrollar nuevos instrumentos innovadores de financiamiento climático y utilizar la taxonomía verde  Fortalecer los mercados de créditos de carbono 	<p> Desarrollo</p> <p> Clima</p> <p> Readiness [Preparación]</p>	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento
6. Fortalecimiento de la coordinación, las instituciones y la capacidad			
	<ul style="list-style-type: none">  Mejorar la coordinación entre los organismos nacionales para garantizar la alineación de las políticas climáticas  Mejorar los mecanismos de colaboración entre el nivel central y los niveles descentralizados  Elaborar un programa integral de medidas para alcanzar las metas de la CDN  Elaborar planes de ejecución detallados para todas las medidas de adaptación y mitigación con marcos de financiamiento conectados  Emitir orientaciones técnicas y fortalecer las capacidades para garantizar la calidad en todos los instrumentos de planificación territorial  Incorporar la adaptación en la planificación territorial  Fortalecer la coordinación entre el SISCLIMA y el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres  Fortalecer la capacidad subnacional para implementar medidas de adaptación  Realizar/actualizar evaluaciones de riesgos y vulnerabilidades para orientar la planificación del Gobierno subnacional  Elaborar directrices y metodologías para facilitar la planificación de la adaptación en el nivel subnacional  Elaborar proyectos tipo para la adaptación climática  Monitorear el logro de la CDN y de la estrategia climática a largo plazo 	<p> Desarrollo</p> <p> Clima</p> <p> Readiness [Preparación]</p>	<ul style="list-style-type: none">  Capital humano  Crecimiento  Capital natural  Adaptación  Mitigación  Arquitectura habilitante  Financiamiento

Bibliografía

- ACP (Asociación Colombiana del Petróleo). 2021. *Informe económico. Tendencias de inversión en exploración y producción (E&P) en Colombia 2020 y perspectivas 2021*. Bogotá: Vicepresidencia de Asuntos Económicos y Regulatorios, Asociación Colombiana del Petróleo. <https://acp.com.co/web2017/es/informes/691-informe-economico-tendencias-inversion-e-p-en-colombia-2020-y-perspectivas-2021/file>.
- Agwe, Jonathan N., Margaret Arnold, Piet Buys, Robert S. Chen, Uwe Klaus Deichman, Maxx Dilley, Oddvar Kjevstad, Arthur L. Lerner-Lam, Bradfield Lyon y Gregory Yetman. 2005. *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/621711468175150317/Natural-disaster-hotspots-A-global-risk-analysis>.
- AIE (Agencia Internacional de Energía). 2021a. *World Energy Outlook 2021*. París: AIE. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>.
- AIE (Agencia Internacional de Energía). 2021b. *Coal 2021. Analysis and Forecast to 2024*. París: AIE. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/f1d724d4-a753-4336-9f6e-64679fa23bbf/Coal2021.pdf>.
- Alatorre, José Eduardo, Karina Caballero, Jimmy Ferrer y Luis Miguel Galindo. 2019. *El costo social del carbono: una visión agregada desde América Latina*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://hdl.handle.net/11362/44423>.
- Arvai, Zsofia, Raquel Alejandra Letelier y Eva M. Gutiérrez. 2022. *Colombia. Financial Sector Assessment: The Role of the State in the Provision of Financial Services*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099835104192245861/P173142025ffb601f0be8e057c1cb8735fc>.
- Asobancaria. 2021. *Informe de sostenibilidad 2021*. Bogotá: Asobancaria. https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2022/08/Asobancaria_Informe_Sostenibilidad_2021.pdf.
- Banco de la República. 2023. "Balanza de pagos". Banco de la República 2023. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/balanza-pagos>.
- Banco Mundial. 2005. *World Development Report 2006: Equity and Development*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6249-5>.
- Banco Mundial. 2015. *Colombia: Systematic Country Diagnostic*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/23111>.
- Banco Mundial. 2019. *Silvopastoral Systems, a Powerful Approach for Cattle Ranching to Adapt to Climate Change*. Bogotá: Grupo Banco Mundial. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/295291623048193452/pdf/Silvopastoral-Systems-a-Powerful-Approach-for-Cattle-Ranching-to-Adapt-to-Climate-Change.pdf>.
- Banco Mundial. 2020. *Colombia. Turning the Tide: Water Security for Recovery and Sustainable Growth*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/34452>.
- Banco Mundial. 2021a. "Agriculture, Forestry, and Fishing, Value Added (% of GDP) - Colombia". World Bank Data. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=CO>.
- Banco Mundial. 2021b. *Building an Equitable Society in Colombia*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/686821635218586591/pdf/Main-Report.pdf>.
- Banco Mundial. 2021c. *Climate Risk Country Profile. Colombia*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-07/15520-WB_Colombia%20Country%20Profile-WEB%20%283%29.pdf.
- Banco Mundial. 2021d. *Supporting Transition in Coal Regions: A Compendium of the World Bank's Experience and Guidance for Preparing and Managing Future Transitions*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <http://hdl.handle.net/10986/35323>.
- Banco Mundial. 2021e. *Colombia Public Finance Review*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/6f8a064e-6d0b-5e67-868e-744cccac6256>.
- Banco Mundial. 2022a. "Application of the Adaptation Principles in Colombia". Nota de antecedentes para CCDD de Colombia, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2022b. Climate Change Knowledge Portal. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>.
- Banco Mundial. 2022c. "Colombia. Vulnerability". Climate Change Knowledge Portal. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/colombia/vulnerability>.

- Banco Mundial. 2022d. *Colombia: The First Sovereign Green Bond in Local Currency in Latin America*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/bc687cc79a64b1640b0a1e7af7a56142-0340012022/original/WB-Colombia-Greenbond-CaseStudy-Final.pdf>.
- Banco Mundial. 2022e. "Emergency Room Admissions Attributed to Extreme Temperatures in Colombia and Their Associated Cost". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2022f. "Increasing Subnational Public Investment in Resilience and Adaptation". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2022g. "World Bank Open Data". World Bank Data 2022. <https://data.worldbank.org/>.
- Banco Mundial. 2022h. *Colombia. Systematic Country Diagnostic Update: Together for a Better Future*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/37619>.
- Banco Mundial. 2022i. *Pakistan Country Climate and Development Report CCDR*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/614ddc2b-ca31-53c9-b59c-6bf12a56d336>.
- Banco Mundial. 2023a. "About Private Infrastructure Projects Database". <https://ppi.worldbank.org/en/about-us/about-ppi>.
- Banco Mundial. 2023b. "Employment Implications of a Competitive and Just Transition towards a Less-Carbon Intensive Economy in Colombia". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2023c. "Energy, Climate and Development". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2023d. "Estimating Rural Accessibility to Basic Services and Climate Change Impacts in Colombia". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2023e. "Investment Cost and Economic Analysis for Colombia's Resilient Net Zero Pathway". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2023f. "Land Grabbing, Deforestation, and Conversion to Pasture in the Northwestern Arc of the Colombian Amazon". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2023g. "Name Withheld. Unpublished Confidential Document". Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. 2023h. *Realizing the Potential of Energy Efficiency in Latin America and the Caribbean*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099854005092338445/IDU0541d1c4104cfd0449a089b90f7882cb769c0>.
- Banco Mundial. De próxima aparición. *Country Economic Memorandum*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial. Sin publicar. *Evaluación mecanismo colombiano de compensación: impuesto al carbono establecido decreto 926 de 2017 y resultados generales impuesto al carbono establecido Ley 1819 de 2016*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial y DNP (Departamento Nacional de Planeación). 2023. "Alternative Carbon Tax Scenarios for Colombia: Simulations Using the Climate Policy Assessment Tool". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Bogotá: Grupo Banco Mundial.
- Banco Mundial e IFC (Corporación Financiera Internacional). 2022. "Estimation of Investment Needs on Climate Adaptation for the Road Infrastructure Sector, with a Focus in the Role of Private Financing". Nota de antecedentes para *CCDR de Colombia*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Banerjee, Onil, Martín Cicowiez, Renato Vargas, Carl Obst, Javier Rojas Cala, Andrés Camilo Álvarez-Espinosa, Sioux Melo, Leidy Riveros, Germán Romero y Diego Sáenz. 2021. "Gross Domestic Product Alone Provides Misleading Policy Guidance for Post-Conflict Land Use Trajectories in Colombia". *Ecological Economics* 182. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106929>.
- Borras, Saturnino, Cristóbal Kay, Sergio Gómez y John Wilkinson. 2013. "Acaparamiento de tierras y acumulación capitalista: aspectos clave en América Latina". *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios* 38: 75-103. http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/riear/riear_v38_n1_04.pdf.
- BP. 2021. *Statistical Review of World Energy, 2021 (70th Edition)*. Londres: BP. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>.
- Briceno-Garmendia, Cecilia, Wenxin Qiao y Vivien Foster. 2023. *The Economics of Electric Vehicles for Passenger Transportation*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/39513>.
- Brichetti, Juan Pablo, Leonardo Mastronardi, María Eugenia Rivas Amiassorho, Tomás Serebrisky y Ben Solís. 2021. *La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://interactive-publications.iadb.org/La-brecha-de-infraestructura-en-America-Latina-y-el-Caribe>.

- Cardona, Omar Darío, Gabriel Bernal, José Daniel Pabón, Mabel Cristina Marulanda, Martha Liliana Carreño, D. González, C. Villegas et al. 2021. *Estudio de riesgo por efectos del cambio climático y medidas de adaptación para la estrategia a largo plazo E2050 de Colombia. Fase 1. Entregable 3: Informe con los resultados de la propuesta de medidas de adaptación y su efecto en reducción del riesgo*. Bogotá: Ingeniar Risk Intelligence. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Modelacion_Adaptacion_Riesgo_Colombia.pdf.
- CAT. 2022. "Colombia Climate Action Tracker". Climate Action Tracker. <https://climateactiontracker.org/countries/colombia/>.
- Cheston, Timothy, Patricio Goldstein, Timothy Freeman, Alejandro Rueda-Sanz, Ricardo Hausmann, Matha Shreyas Gadgin, Sebastián Bustos, Eduardo Lora, Sarah Bui y Nidhi Rao. 2023. *Seeing the Forest for More than the Trees: A Policy Strategy to Curb Deforestation and Advance Shared Prosperity in the Colombian Amazon*. CID Faculty Working Paper, Harvard University, Cambridge. <https://growthlab.cid.harvard.edu/sites/projects.iq.harvard.edu/files/growthlab/files/2023-02-cid-wp-430-colombia-amazonia-policy-report-en.pdf>.
- Climate Analytics. 2023. "Climate Impact Explorer: Colombia". Climate Impact Explorer. <http://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/>.
- Climate Watch. 2021. "Climate Watch Database: Historical GHG Emissions. Colombia". Climate Watch. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2019&start_year=1990.
- Climate Watch. 2022. "Explore Long-Term Strategies. Colombia". Climate Watch. <https://www.climatewatchdata.org/lts-explore>.
- Comisión Europea. 2022. "INFORM Risk Index". DRMKC – INFORM, <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index/INFORM-Risk/Results-and-data/moduleId/1782/id/433/controller/Admin/action/Results#inline-nav-3>.
- Corredor, Armando. 2016. *Empleo y productividad laboral agropecuaria en Colombia. Macroeconomía del desarrollo*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40709-empleo-productividad-laboral-agropecuaria-colombia>.
- CPLC (Alianza de Líderes sobre la Fijación del Precio del Carbono). 2017. *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53deccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf.
- Dalhuijsen, Emma, Eva Gutiérrez, Martijn Gert Jan Regelink, Rachel Mok y Tatsiana Kliatskova. De próxima aparición. *Greening National Development Financial Institutions: Trends, Lessons Learned and Ways Forward*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2018. "Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV – 2018". Archivo Nacional de Datos (ANDA). <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/643>.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2021a. "Cuentas nacionales departamentales: PIB por departamento". Sistema de Cuentas Nacionales, Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2021b. "Estadísticas de comercio internacional". Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional>.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2021c. "Mercado laboral. Población ocupada según rama de actividad". Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo>.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2022a. "Cuenta Satélite Ambiental (CSA)". Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-satelite/cuenta-satelite-ambiental-csa#cuenta-ambiental-y-economica-de-activos-de-los-recursos-minerales-y-energeticos-cae-arme>.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2022b. "Encuesta de micronegocios". Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/micronegocios>.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2022c. "Gran Encuesta Integrada de Hogares". Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral>.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2023. *Boletín técnico. Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH): Ocupación informal*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech_informalidad/bol_geih_informalidad_dic22_feb23.pdf.
- Dávalos, Liliana M., Jennifer S. Holmes, Nelly Rodríguez y Dolores Armenteras. 2014. "Demand for Beef Is Unrelated to Pasture Expansion in Northwestern Amazonia". *Biological Conservation* 170: 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.018>.

- Gautam, Madhur, David Laborde, Abdullah Mamun, Will Martin, Valeria Piñero y Rob Vos. 2022. *Repurposing Agricultural Policies and Support: Options to Transform Agriculture and Food Systems to Better Serve the Health of People, Economies, and the Planet*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36875>.
- Gaviria González, Natalia. 2022. "Según Minagricultura cerca de 15% del sector agro utiliza tecnología de última generación". *Agronegocios*, 8 de febrero de 2022. <https://www.agronegocios.co/agricultura/segun-minagricultura-cerca-de-15-del-sector-agro-utiliza-tecnologia-de-ultima-generacion-3299246>.
- Gobierno de Colombia. 2018. *Bosques. Territorios de vida. Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Estrategia-Integral-de-control-a-la-Deforestacion-y-Gestion-de-los-Bosques.pdf>.
- Gobierno de Colombia. 2020. *Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC)*. Bogotá: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>.
- Gobierno de Colombia. 2021. *Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. Bogotá: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). https://unfccc.int/sites/default/files/resource/COL_LTS_Nov2021.pdf.
- Gobierno de Colombia. 2022. *BUR 3. Tercer informe bienal de actualización de cambio climático de Colombia*. Bogotá: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>.
- Gobierno de Colombia, WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) y FCDS (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible). 2020. *Lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia (LIVV)*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/24-Lineamientos-de-infraestructura-verde-vial-para-Colombia.pdf>.
- Gómez-Lobo, Andrés. 2020. "Transit Reforms in Intermediate Cities of Colombia: An Ex-Post Evaluation". *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 132: 349–364. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.11.014>.
- González Arenas, José Julián, Álvaro Cubillos Buitrago, María Alejandra Chadid Hernández, Alexander Cubillos González, Miguel Arias Patiño, Edilney Zúñiga Avirama, Fanny Joubert, Iván Roberto Pérez Vizcaíno y Viviana Berrío Meneses. 2018. *Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional. Periodo 2005–2015*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Naciones Unidas. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/19618ES/>.
- Guha-Sapir, D., R. Below y Ph. Hoyois. 2022. "EM-DAT: The CRED/OFDA International Disaster Database". EM-DAT, The International Disaster Database. www.emdat.be.
- Guzmán, Luis A., Julián Arellana, Daniel Oviedo, Daniela Castaño Herrera y Olga L. Sarmiento. 2023. "Lifting Urban Mobility for the Poor: Cable-Cars, Travel Satisfaction and Subjective Well-Being". *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 119 (103765): 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103765>.
- Hallegatte, Stephane, Jun Rentschler y Julie Rozenberg. 2020. *Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/34780>.
- Hertel, Thomas W. 2012. "Implications of Agricultural Productivity for Global Cropland Use and GHG Emissions: Borlaug vs. Jevons". GTAP Working Paper, Center for Global Trade Analysis, Purdue University, West Lafayette. <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/6110.pdf>.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2017. *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia: tercera comunicación nacional de cambio climático*. Bogotá: IDEAM. https://www.researchgate.net/publication/322220463_Analisis_de_Vulnerabilidad_y_Riesgo_por_Cambio_Climatico_en_Colombia_Tercera_Comunicacion_Nacional_Cambio_Climatico_Colombia.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2020. *Resultados del monitoreo de la deforestación*. Bogotá: IDEAM. http://www.ideam.gov.co/documents/10182/113437783/Presentacion_Deforestacion2020_SMBYC-IDEAM.pdf/8ea7473e-3393-4942-8b75-88967ac12a19.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2022. "Sistema de monitoreo de bosque y carbono". Bogotá: IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/smbyc>.
- IFC (Corporación Financiera Internacional). 2022. "Climate Smart Agriculture Market Study". Nota de antecedentes para CCDD de Colombia, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- IFC (Corporación Financiera Internacional). De próxima aparición. *Economic Impact Assessment Framework*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.

- INS (Instituto Nacional de Salud). 2018. *Carga de enfermedad ambiental: décimo Informe técnico especial*. Bogotá: Instituto Nacional de Salud, Observatorio Nacional de Salud.
- Insight Crime e Instituto Igarapé. 2022. “La Amazonía saqueada: las raíces de los delitos ambientales en cinco países”. *Insight Crime*, 9 de noviembre de 2022, <https://es.insightcrime.org/investigaciones/amazonia-saqueada-raices-delitos-ambientales/>.
- International Crisis Group. 2021. *A Broken Canopy: Deforestation and Conflict in Colombia*. Latin America Report. Bruselas: International Crisis Group. <https://icg-prod.s3.amazonaws.com/091-colombia-broken-canopy.pdf>.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra: IPCC. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf.
- Johnson, Justin Andrew, Giovanni Ruta, Uris Baldos, Raffaello Cervigni, Shun Chonabayashi, Erwin Corong, Olga Gavryliuk et al. 2021. *The Economic Case for Nature: A Global Earth-Economy Model to Assess Development Policy Pathways*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35882>.
- Kulp, Scott y Benjamin Strauss. 2019. “New Elevation Data Triple Estimates of Global Vulnerability to Sea-Level Rise and Coastal Flooding”, *Nature Communications* 10 (4844): 1–12. <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12808-z#Abs1>.
- MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). 2019. *Un campo para la equidad. Política Agropecuaria y de Desarrollo Rural 2018–2022*. Bogotá: MADR. https://sioc.minagricultura.gov.co/Documentos/20190326_politica_agro_2018-2022.pdf.
- MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y DNP (Departamento Nacional de Planeación). 2022. *Informe de empalme entre gobiernos nacionales*. Bogotá: MADS. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/Informe-de-Empalme-Ministerio-de-Ambiente-2018-2022-.pdf>.
- MHCP (Ministerio de Hacienda y Crédito Público). 2021. *Marco fiscal de mediano plazo 2021*. Bogotá: MHCP. https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWCC_CLUSTER-165808%2F%2FidcPrimaryFile&revison=latestreleased.
- MHCP (Ministerio de Hacienda y Crédito Público). 2022. *Marco fiscal de mediano plazo 2022*. Bogotá: MHCP. https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWCC_CLUSTER-197963%2F%2FidcPrimaryFile&revison=latestreleased.
- MME (Ministerio de Minas y Energía). 2020. *Informe EITI Colombia. Vigencia 2019*. Bogotá: MME. https://www.eiticolombia.gov.co/media/filer_public/0d/e6/0de6e902-ca6b-4a69-a08f-643211ea5c5f/informe_eiti_col_2019.pdf.
- MME (Ministerio de Minas y Energía). 2021a. *Hoja de ruta del hidrógeno en Colombia*. Bogotá: MME. https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Hoja%20Ruta%20Hidrogeno%20Colombia_2810.pdf.
- MME (Ministerio de Minas y Energía). 2021b. *Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del Sector Minero Energético 2050*. Bogotá: MME. https://www.minenergia.gov.co/documents/6393/PIGCCme_2050_vf.pdf.
- MT (Ministerio de Transporte). 2022. “Colombia tiene 8299 vehículos eléctricos en el Runt: 1699 más de la meta del Plan Nacional de Desarrollo”. MT. <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/11015/colombia-tiene-8299-vehiculos-electricos-en-el-runt-1699-mas-de-la-meta-del-plan-nacional-de-desarrollo/>.
- Murillo-Sandoval, Paulo J., John Kilbride, Elizabeth Tellman, David Wrathall, Jamon Van Den Hoek y Robert E. Kennedy. 2023. “The Post-Conflict Expansion of Coca Farming and Illicit Cattle Ranching in Colombia”. *Scientific Reports* 13 (1965): 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28918-0>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2020a. *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2020. Agricultural Policy Monitoring and Evaluation Report*. París: OCDE. https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/agricultural-policy-monitoring-and-evaluation-2020_928181a8-en.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2020b. *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2020*. París: OCDE. <https://doi.org/10.1787/928181a8-en>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2021a. “Net Effective Carbon Rates”. OECD.Stat. <https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=ECRS>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2021b. *Taxing Energy Use for Sustainable Development: Opportunities for Energy Tax and Subsidy Reform in Selected Developing and Emerging Economies*. París: OCDE. <https://www.oecd.org/tax/tax-policy/taxing-energy-use-for-sustainable-development.htm>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2023. “Environmental Tax”. OECD iLibrary. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/environmental-tax/indicator/english_5a287eac-en.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2019. *Working on a Warmer Planet. The Impact of Heat Stress on Labour Productivity and Decent Work*. Ginebra: OIT. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_711919.pdf.

- Pardo Martínez, Clara Inés y Alexander Cotte Poveda. 2021. "The Importance of Science, Technology and Innovation in the Green Growth and Sustainable Development Goals of Colombia". *Environmental and Climate Technologies* 25 (1): 29–41. <https://doi.org/10.2478/rtuct-2021-0003>.
- Patiño, Lourdes Isabel, Vicent Alcántara y Emilio Padilla. 2021. "Driving Forces of CO₂ Emissions and Energy Intensity in Colombia". *Energy Policy* 151 (112130). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112130>.
- Pigato, Miria A. 2019. *Fiscal Policies for Development and Climate Action. International Development in Focus*. Washington: Grupo Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1358-0>.
- Planas, María Alejandra y Juan Cárdenas. 2019. "La matriz energética de Colombia se renueva". *BID. Energía para el Futuro* (blog), 26 de marzo de 2019. <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/>.
- Prem, Mounu, Santiago Saavedra y Juan F. Vargas. 2020. "End-of-Conflict Deforestation: Evidence from Colombia's Peace Agreement". *World Development* 129 (104852). <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104852>.
- Ramírez-Villegas, Julián, Mike Salazar, Andy Jarvis y Carlos E. Navarro-Racines. 2012. "A Way Forward on Adaptation to Climate Change in Colombian Agriculture: Perspectives towards 2050". *Climatic Change* 115: 611–628. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0500-y>.
- Reinders, Henk Jan, Martijn Gert Jan Regelink, Pietro Calice y Mariana Escobar Uribe. 2021. *Not-So-Magical Realism: A Climate Stress Test of the Colombian Banking System*. Washington: Grupo Banco Mundial. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/957831635911537578/not-so-magical-realism-a-climate-stress-test-of-the-colombian-banking-system>.
- Rentschler, Jun y Melda Salhab. 2020. "1.47 Billion People Face Flood Risk Worldwide: For over a Third, It Could Be Devastating". *Development and a Changing Climate* (blog del Banco Mundial), 12 de noviembre de 2020. <https://blogs.worldbank.org/climatechange/147-billion-people-face-flood-risk-worldwide-over-third-it-could-be-devastating>.
- Roe, Stephanie, Charlotte Streck, Robert Beach, Jonah Busch, Melissa Chapman, Vassilis Daoglou, Andre Deppermann et al. 2021. "Land-Based Measures to Mitigate Climate Change: Potential and Feasibility by Country". *Global Change Biology* 27 (23): 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/gcb.15873>.
- Romero, Liliana, Wilson Mayoraga, Diego Torres, Claudia Rojas y Gina Alba. 2018. *Costos de la accidentalidad vial en Colombia*. Fasecolda. <https://fasecolda.com/cms/wp-content/uploads/2019/09/costos-de-la-accidentalidad-vial-en-colombia-2018.pdf>.
- Ruppert Bulmer, Elizabeth, Kevwe Pela, Andreas Eberhard-Ruiz y Jimena Montoya. 2021. *Global Perspective on Coal Jobs and Managing Labor Transition out of Coal: Key Issues and Policy Responses*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <http://hdl.handle.net/10986/37118>.
- SGC (Servicio Geológico Colombiano). 2020. *Atlas geoquímico de Colombia 2020*. Bogotá: SGC. https://srvags.sgc.gov.co/Archivos_Geoportal/Amenaza_Sismica/Atlas_Geoquimico_2020/Completo/AtlasGeoquimico2020.pdf.
- Signoret, José y Jorge Tovar. 2021. *A Diagnostic of Trade Competitiveness in Colombia*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. http://www.dnp.gov.co/DNPN/mision-internacionalizacion/Documents/English_version_studies/Trade_Competitiveness_Diagnostic.pdf.
- Simas, Moana y Kirsten Wiebe. 2020. *Assessing the Job Impact of Stimulus Investments in Latin America and the Caribbean: Method for Estimating Direct and Indirect Impacts on Employment, Emissions to Air, and Land Use Indicators*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Stanley, Michael C., John E. Strongman, Rachel Bernice Perks, Helen Ba Thanh Nguyen, Wendy Cunningham, Achim Daniel Schmillen y Michael Stephen McCormick. 2018. *Managing Coal Mine Closure: Achieving a Just Transition for All*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail>.
- Streck, Charlotte, David Landholm, Felipe Bravo, Gabriela Martínez de la Hoz, Ivan Palmegiani, Mithra Sanggeet y Szymon Mikolajczyk. 2022. *Unlocking Nature-Based Solutions in Colombia. Technical Report*. Bogotá: Climate Focus. <https://climatefocus.com/wp-content/uploads/2022/09/Unlocking-Nature-based-Solutions-Colombia-Technical-Report-V1.1.pdf>.
- UNDRR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres). 2015. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2015*. Ginebra: UNDRR. <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2015>.
- Uniandes. 2021. "Los cambios que necesita el sector agrícola de cara al cambio climático». Centro de Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina (CODS), 11 de mayo de 2021. <https://cods.uniandes.edu.co/agricultura-cambio-climatico-america-latina/>.
- UNODC (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito). 2022. *Colombia. Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2021*. Bogotá: UNODC. https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Colombia/INFORME_MONITOREO_COL_2021.pdf.

- UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética). 2019. *Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica. PIEC 2019-2023*. Bogotá: UPME. http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Informacion_Base_PIEC_Dic302019.pdf.
- UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética). 2020. *Plan Energético Nacional 2020-2050. La transformación energética que habilita el desarrollo sostenible*. Bogotá: UPME. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energetico_Nacional_2020_2050.pdf.
- UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética). 2022. *Balance Energético Colombiano – BECO. Año 2021*. Bogotá: UPME. <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/BECO.aspx>.
- UPRA (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria). 2014. *Presentación institucional*. Bogotá: UPRA. https://www.minagricultura.gov.co/Documents/UPRA_Oferta_Institucional.pdf.
- USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos). 2023. "International Agricultural Productivity". *Economic Research Service*. <https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/>.
- VITO (Vlaamse Instelling Voor Technologisch Onderzoek N.V.) y Uniandes. De próxima aparición. *Opciones para lograr la meta de reducción de emisiones de GEI de la NDC colombiana*. Bogotá: Grupo Banco Mundial.
- WEF (Foro Económico Mundial). 2020. *The Global Competitiveness Report 2019*. Ginebra: WEF. https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf.
- WRI (Instituto de Recursos Mundiales). 2022. "Forest Pulse: The Latest on the World's Forests". *World Resources Institute Global Forest Review*. <https://research.wri.org/gfr/latest-analysis-deforestation-trends>.
- WRI (Instituto de Recursos Mundiales) y Climate Focus. 2022. *Sink or Swim: How Indigenous and Community Lands Can Make or Break Nationally Determined Contributions*. Washington, D.C.: Forest Declaration Assessment. <https://climatefocus.com/publications/sink-or-swim-how-indigenous-and-community-lands-can-make-or-break-nationally-determined/>.
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). 2021. *Gobernanza transparente de los recursos naturales en Colombia. Reporte final*. Bogotá: WWF. https://files.worldwildlife.org/wwfmsprod/files/Publication/file/38g4v7obkf_Reporte_Final_TGNR.pdf.