



COLOMBIA

**NOTAS SECTORIALES DE POLÍTICA**

# Energía



**GRUPO BANCO MUNDIAL**

## **Los cinco objetivos de la política energética de Colombia son: la descarbonización del sector, la integración de fuentes renovables, el fortalecimiento de la resiliencia a choques climáticos, una transición justa que tome en cuenta los impactos de la descarbonización y la sostenibilidad financiera del sector**

Colombia ha logrado avances considerables en la construcción de un entorno para avanzar en la transición hacia una economía más verde. El país se ha comprometido a ser carbono neutro en 2050, ha realizado exitosas licitaciones consecutivas para aumentar su capacidad renovable en 2.160 MW<sup>1</sup>, tiene el mejor desempeño de ALC en términos de mejoras de eficiencia energética, y su compañía petrolera nacional se ha comprometido a reducir el 75% de las emisiones de metano para 2030. Sin embargo, Colombia también es uno de los principales exportadores de carbón en el mundo (lo que lo convierte en vulnerable a la descarbonización global), y aún enfrenta desafíos con respecto a la adaptación y mitigación al cambio climático, en particular, en el sector energético y eléctrico. Entre los principales desafíos, la generación y transmisión de electricidad son vulnerables a condiciones climáticas extremas y, a pesar del considerable progreso legal y regulatorio, la mayor integración

de tecnologías renovables, enfrenta limitaciones institucionales, tecnológicas y financieras.

Los principales desafíos identificados en el sector fueron: la necesidad urgente de implementar estrategias de adaptación y resiliencia climática para minimizar las vulnerabilidades y amenazas climáticas; las barreras para acelerar la integración de las energías renovables y la eficiencia energética, considerando su alta relevancia como vectores para la descarbonización de toda la economía; los desafíos para mejorar el acceso a la financiación para garantizar una transición a energía limpia; y la necesidad de asegurar una transición energética justa en el contexto de la disminución de la demanda de hidrocarburos.

Las principales recomendaciones para el sector implican continuar y profundizar las políticas para una transición energética limpia y la descarbonización de la economía. Esto se puede hacer:

1. Ajustando el marco normativo para permitir la descarbonización del sector energético, incluidas las acciones dirigidas a los puntos de interconexión, así como a los sectores de uso final de energía: electrificando los sectores de uso final, ampliando la movilidad de cero o baja emisión y reduciendo las emisiones de los sectores industrial y minero mediante el uso de hidrógeno bajo en carbono.
2. Avanzando hacia un sistema energético cero carbono, aumentando la inversión en generación renovable y habilitando su integración en la red, incluido el despliegue de tecnologías como la transmisión y el almacenamiento, pero también trabajando en un marco habilitante con mejoras en la planificación y el desarrollo de regulación conducente a nuevos modelos de negocio.
3. Fortaleciendo la adaptación a vulnerabilidades climáticas, particularmente mejorando la adaptación a los impactos del cambio climático en la energía hidroeléctrica y la resiliencia a las inundaciones, clima extremo y riesgos para la infraestructura similares relacionados con el clima.



© shutterstock.com

- 4.** Fomentando una transición justa y un modelo de crecimiento inclusivo en el sector a través de políticas que aseguren una transición justa, brindando oportunidades a la población afectada por las medidas de descarbonización. Asimismo, mejorando el diseño e implementación de las políticas destinadas a reducir la pobreza energética e implementando un modelo participativo, integral, transparente e incluyente para el diseño de políticas que apoyen el desarrollo sostenible y bajo en carbono.
- 5.** Sumar dinamismo al mercado de financiación de infraestructura local y generar incentivos para mejorar la financiación interna, la competencia y las capacidades en el sector financiero.

## Continuar y profundizar políticas para la descarbonización del sector energético

Colombia necesita reducir su dependencia de los combustibles fósiles y acelerar la transición hacia una matriz de electricidad descarbonizada, construyendo sobre reformas pasadas. Cumplir con los compromisos de cero emisiones netas de Colombia requerirá una inversión importante en eficiencia energética, electrificar entre el 29% y el 70% del consumo energético del país, obtener la mayor parte de la electricidad de fuentes renovables y reemplazar la demanda difícil de electrificar con energéticos bajos en emisiones (biomasa, hidrógeno bajo en carbono, etc.). Esto también requeriría triplicar la capacidad instalada de generación de electricidad renovable, principalmente a través de generación no convencional (mayormente eólica y solar)<sup>2</sup>.

La descarbonización de la matriz energética primaria de Colombia debe fundamentarse en la electrificación de los sectores del transporte y la industria, y en una matriz eléctrica basada en energías renovables. Para cumplir con sus objetivos de mitigación de GEI para 2050, Colombia debe iniciar un cambio rápido en sus tendencias de emisiones de energía y sustituir rápidamente el consumo de combustibles fósiles, principalmente a través de la electrificación de la movilidad urbana y el transporte de larga distancia, así como de los sectores industriales. En la figura 1, esto se destaca claramente por la relevancia de la medida de “Diversificación” (en azul), en relación con todas las demás ilustradas. Además de esto, el país necesita avanzar rápidamente en la reducción de las emisiones de metano y la implementación de políticas y medidas de eficiencia energética. Según el Plan Nacional de Energía (PEN) 2020, la energía eléctrica podría abastecer hasta el 29% de la demanda energética para 2050<sup>3</sup>. Esto requeriría la electrificación de los usos de la energía en los sectores residencial (cambiando a bombas de

calor para calefacción y aparatos eléctricos para cocinar y agua caliente), industrial (electrificando tantos procesos como sea posible) y transporte (incentivando aún más el uso de transporte público y la electrificación de la movilidad).

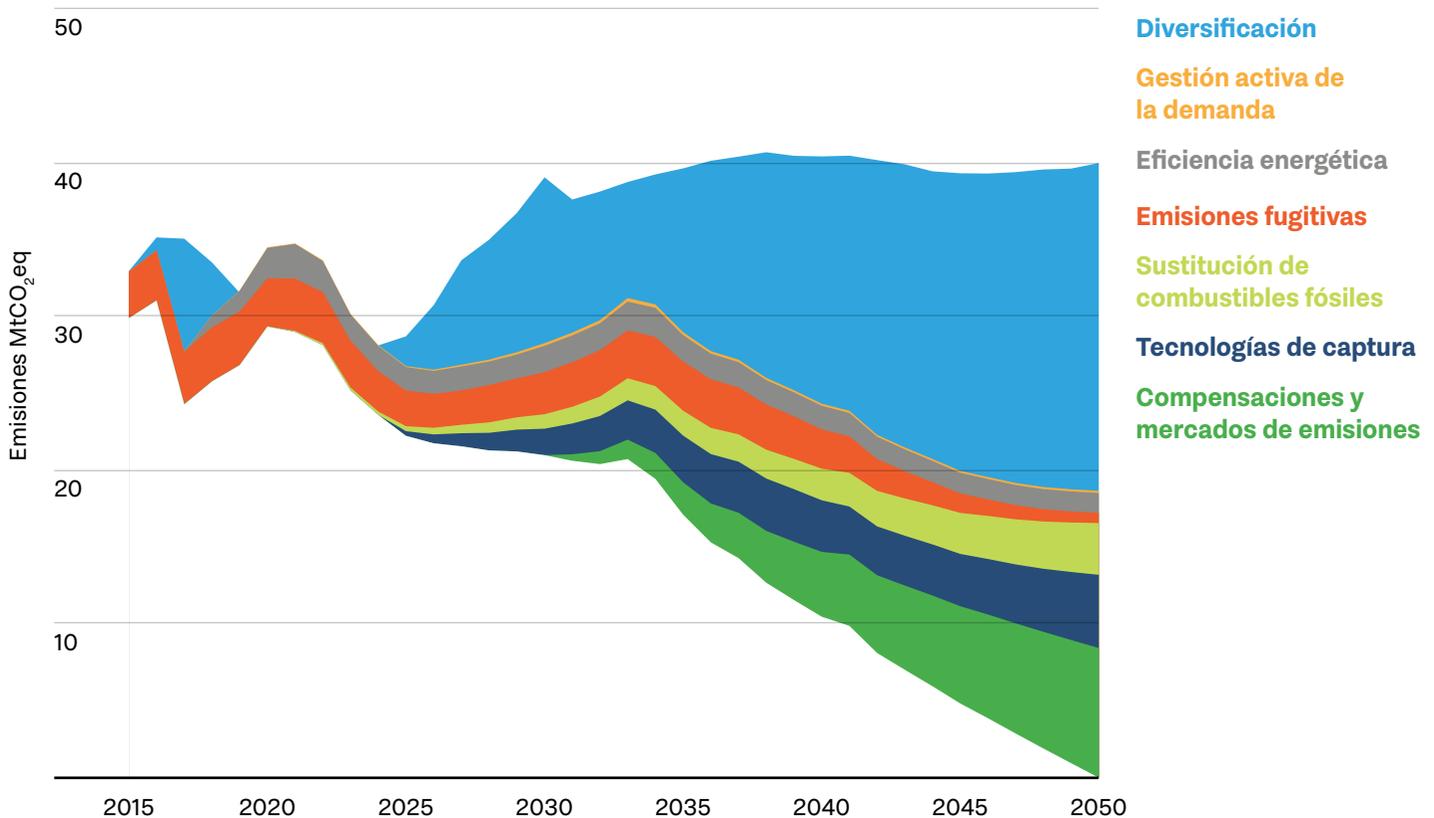
La eficiencia energética sigue sin explotarse en gran medida, a pesar de que Colombia tiene el mejor desempeño entre los países grandes de ALC y muestra mejoras en los últimos años. Colombia no está aprovechando plenamente el potencial de la eficiencia energética para reducir los costos de energía, mejorar la productividad y mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). A pesar de reducir su intensidad energética en el sector residencial, manufacturero y de servicios, la tasa de reducción de la intensidad energética ha disminuido en los últimos años y no está alineada con la tasa de mejora de los países con mejor desempeño en su clase, como China, EE. UU., Francia, Alemania, Reino Unido o España. Al aumentar la tasa de implementación de medidas dirigidas a la eficiencia energética, Colombia no solo podría mitigar las emisiones de GEI, sino también proteger a las personas y empresas afectadas por los altos precios de la energía, contribuir a mejorar la calidad del servicio eléctrico, y mejorar el confort en las edificaciones.

### PROPUESTAS

Ampliar la movilidad de cero o bajas emisiones. La planificación energética para el sector del transporte debe ser el punto de partida de las estrategias de descarbonización a largo plazo, para: (i) establecer el papel de soluciones tales como cambios modales, electrificación e hidrógeno; y (ii) evaluar si las alternativas de bajas emisiones de carbono (gas natural, biocombustibles, hidrógeno azul) tienen un papel en los planes de descarbonización. Los formuladores de políticas y los reguladores deben comenzar a diseñar e implementar marcos normativos para soluciones de alto retorno y bajo riesgo, como fomentar el cambio modal y la electrificación del transporte público de pasajeros en entornos urbanos/suburbanos. La experiencia de Colombia con un marco regulatorio para la generación de electricidad que aprovecha

## La descarbonización de la matriz energética primaria de Colombia se fundamentará en la electrificación de los sectores, generación eléctrica renovable

Figura 1: Reducción de emisiones Escenario (#5) - Ministerio de Minas y Energía de Colombia



Fuente: PIGCCME 2050<sup>29</sup>.

la competencia debe aprovecharse para equilibrar de manera óptima la regulación y los incentivos basados en el mercado.

Reducción de emisiones de los sectores industrial y minero mediante el uso de hidrógeno bajo en carbono. Los sectores industrial y minero podrían reducir parcialmente la intensidad de carbono de su cadena de valor mediante la integración de hidrógeno bajo en carbono en sus procesos, mientras ayudan a acelerar y ampliar la integración de la tecnología del hidrógeno en Colombia. Esto ayudaría a la industria y la minería a suministrar productos más sostenibles y “más verdes”, al mismo tiempo que se desarrolla un mercado interno para el hidrógeno y se construye la masa crítica para que Colombia se posicione como exportador de hidrógeno, en línea con la Estrategia Nacional de Hidrógeno. Colombia tiene

los ingredientes necesarios (estabilidad macro-económica, buenas políticas generales, excelente recurso eólico terrestre y marino, y un importante mercado interno) para convertirse en un productor competitivo de hidrógeno bajo en carbono.

Además, es necesario redactar e implementar una regulación adecuada para la producción y el uso de hidrógeno. Esto debería incluir mecanismos de certificación para hidrógeno bajo en carbono, estandarización y homologación de componentes en la cadena de valor del hidrógeno, y regulación para el transporte, almacenamiento y distribución. También se deben aprovechar otros mecanismos para la internalización de las externalidades relacionadas con las emisiones de carbono, incluida la fijación de precios del carbono, para garantizar la coherencia con otras políticas y regulaciones.

## Descarbonización del sector energético

**Para descarbonizar efectivamente la economía, Colombia necesita electrificar los usos finales de energía y aumentar el porcentaje de generación eléctrica renovable. Para lograr esto, según el Plan Energético Nacional (PEN) 2020, la demanda eléctrica podría aumentar entre 1,5% y 2,4% por año hasta 2050 (con este último implicando electrificar hasta el 29% de la demanda de energía para 2050<sup>4</sup>). Si bien todos los escenarios bajo este Plan permitieron al país cumplir con la NDC inicial de Colombia de reducir las emisiones de GEI un 20% por debajo del escenario de referencia para 2030, estos escenarios son insuficientes frente a las necesidades de electrificación estimadas para cumplir con los compromisos de cero emisiones netas del país. De acuerdo con los escenarios E2050 del GdC, entre el 40% y el 70% de toda la energía consumida debería ser suministrada por electricidad para 2050.**

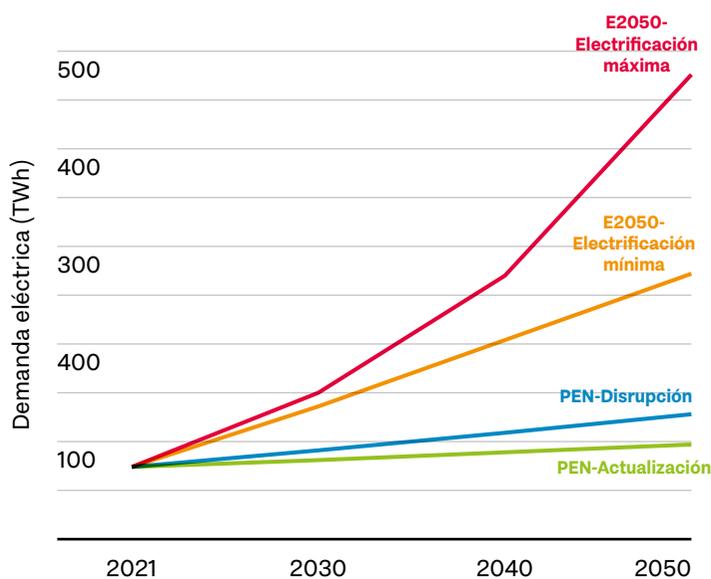
Para llegar a tal escala, el país debería ser capaz de generar y consumir entre tres y cuatro veces la cantidad de energía eléctrica que los actuales planes del PEN proyectan para ese mismo año. Esto representaría un ritmo de expansión extremadamente desafiante de los sistemas de generación y transmisión de electricidad, muy por encima de lo que están acostumbrados los actores del sector (tanto públicos como privados). Actualmente,

el 70% de la generación eléctrica proviene de la energía hidroeléctrica, correspondiendo el porcentaje restante a la generación térmica (distribuida uniformemente entre carbón, gas y combustibles líquidos) y la red tiene una capacidad de generación instalada total de alrededor de 20 GW. De acuerdo con el plan indicativo de generación de la UPME, para el año 2050, la red tendría el 34% de toda la electricidad generada por energía hidroeléctrica, y el 42% generada por renovables no convencionales (solar y eólica), duplicando la capacidad de generación total hasta el año 2050 (llegando a 44 GW<sup>5,6</sup>). Además, esta transición también requerirá considerables inversiones adicionales en transmisión de electricidad, lo cual a su vez requiere el desarrollo de planes de transmisión de más largo plazo (hasta 2050) para el país, así como más innovaciones y ampliación en la generación distribuida.

Sin embargo, se espera que las restricciones de transmisión y las dificultades en la implementación y gestión de nuevos proyectos de infraestructura de transmisión limiten considerablemente una mayor integración de las energías renovables. En particular, la explotación del gran potencial eólico de La Guajira (tanto terrestre como marino) solo puede aprovecharse si se implementan rápidamente grandes proyectos de transmisión. Los recientes retrasos en la construcción de la nueva línea de transmisión de alto voltaje para conectar grandes proyectos eólicos renovables en La Guajira con el resto del país han puesto de relieve que la implementación de estos proyectos sigue siendo un desafío. Se requerirán cambios sustanciales en el mercado eléctrico, regulatorio y legal para lograr esta transición de energía limpia y la electrificación de la economía, así como nuevos modelos comerciales para las empresas de servicios públicos de electricidad. Además, existe incertidumbre sobre la firma de los PPA por parte de algunos compradores de energía que participaron en las más recientes subastas de doble punta para energía renovable, particularmente en el Mecanismo Complementario. Esto ha generado incertidumbre y ha reducido la credibilidad sobre la efectividad del proceso de licitación y está afectando el financiamiento de estos proyectos.

## El nivel de demanda de electricidad requerido para descarbonizar la economía podría (según el escenario) someter al sector eléctrico a una tensión extrema

Figura 2: Proyecciones de demanda eléctrica en diferentes escenarios



Fuente: Banco Mundial, basado en datos de E2050 y PEN 2020-2050.

## PROPUESTAS

Ajustar el marco normativo para permitir la transición hacia un sistema eléctrico sin emisiones de carbono, incluidas las inversiones necesarias en generación, almacenamiento, transmisión y nuevas tecnologías y modelos de negocio. El marco regulatorio y de políticas debe ajustarse para permitir escalar las inversiones en el despliegue masivo de generación renovable, incluidas las renovables variables. Por ejemplo, abordar el tema de los contratos que se adjudicaron y aún no se han firmado en las subastas de 2021 es clave. Aprovechar y hacer ajustes incrementales al mecanismo de adecuación de capacidad existente y al esquema de subastas de generación renovable permitiría un ritmo más rápido de adiciones de capacidad de generación. Los objetivos para los ajustes incrementales pueden incluir la simplificación de la internalización de los beneficios de la generación limpia (dentro del mecanismo de adecuación de la capacidad existente, incluidas sus etapas de planificación y contratación) y de las tecnologías de almacenamiento (tanto en términos

de energía como de servicios de red). Además, el marco regulatorio debe ajustarse para permitir una integración más profunda de la generación renovable a la red, brindando incentivos adecuados (incluida la remuneración) para el suministro de servicios auxiliares y para garantizar que los activos existentes, incluidas las centrales hidroeléctricas, desarrollen su potencial para contribuir a la transición a una red eléctrica sostenible, de costo moderado y confiable<sup>7</sup>.

La planificación y la regulación tendrán que permitir que la expansión de la transmisión y la generación eléctrica se desarrollen de modo coordinado, asegurando que el momento de su implementación sea coherente con las políticas de descarbonización y entre sí. Las regulaciones del mercado eléctrico se tendrán que adaptar y mejorar para tener en cuenta y valorar adecuadamente los servicios de red brindados por soluciones de almacenamiento, incluir coordinación de expansión de transmisión y generación, la incorporación de generación distribuida en valoraciones de suficiencia subyacentes a procesos comerciales, y la valoración de flexibilidad operativa de corto plazo.

La ampliación de políticas, regulaciones, instituciones y mecanismos de financiación de la eficiencia energética puede proporcionar beneficios tanto a corto como a largo plazo para toda la economía. Se requiere un foco más profundo en establecer mecanismos de implementación adecuados para apoyar las inversiones en eficiencia energética, incluyendo la introducción de mecanismos de financiamiento sostenible (inclusive fondos rotatorios en combinación con subvenciones y financiamiento comercial) así como los mecanismos institucionales y de entrega para diseñar un programa de Energía Eléctrica (EE). Las iniciativas pueden, inicialmente, enfocarse en la construcción del sector público y luego expandirse a otros sectores (industrial, residencial) según las prioridades del gobierno. Adicionalmente, las tarifas pueden complementar las iniciativas de eficiencia energética al agregar mayores matices a la tarifa, como el uso de energía, el tiempo de uso, la posibilidad de gestión de la demanda y marcos específicos para edificios con generación distribuida y vehículos eléctricos.

## Fortalecer la adaptación y resiliencia para enfrentar vulnerabilidades frente al cambio climático

El cambio climático intensificará la frecuencia y la severidad de los riesgos naturales, amenazando medios de vida y la infraestructura. Aproximadamente el 31% de la población de Colombia está expuesta a un riesgo alto o medio de deslizamientos de tierra y el 28% a un riesgo alto de inundaciones. Los riesgos climáticos y de desastres representan el pasivo contingente más grande de Colombia, y se estima que tiene un impacto potencial de hasta el 4,4% de su producto interno bruto<sup>8</sup>. Además, el suministro de electricidad es muy vulnerable a los patrones y eventos de la variabilidad climática, con eventos de El Niño que amenazan la generación de electricidad y fuertes lluvias que exponen la infraestructura energética a riesgos de deslizamientos de tierra.

Los servicios de energía confiables se consideran universalmente esenciales para aumentar la calidad de vida de las personas y proporcionar acceso a otros servicios (agua, telecomunicaciones, transporte, salud, etc.) y oportunidades. El acceso a los servicios energéticos también es un factor central en la productividad de las empresas, lo que lo convierte en un facilitador clave del desarrollo económico.

El sector energético de Colombia está expuesto a riesgos significativos por eventos extremos inducidos por el cambio climático y la variabilidad climática, que pueden causar interrupciones en el servicio de energía y altos costos de electricidad. Las sequías cada vez más frecuentes y severas en el futuro, debido al cambio climático (generalmente intensificadas por los eventos de El Niño), pueden resultar en una baja disponibilidad de energía hidroeléctrica, racionamiento y altos costos de electricidad (a medida que la energía hidroeléctrica de bajo costo se reemplaza con

generación de combustible fósil más costosa)<sup>9</sup>. El sector energético (electricidad e hidrocarburos) de Colombia también es vulnerable a fenómenos meteorológicos extremos, con mayor frecuencia relacionados con deslizamientos de tierra que amenazan la transmisión de electricidad<sup>10</sup> e infraestructura de transporte de combustible. Por lo tanto, para enfrentar su alta exposición y vulnerabilidad a los riesgos climáticos, Colombia necesita fortalecer aún más sus regulaciones, políticas, capacidades de análisis de riesgos y, en última instancia, la operación del sistema energético para tener en cuenta las consideraciones de adaptación y resiliencia en la planificación del sector.

La generación eléctrica de Colombia depende en gran medida de la generación hidroeléctrica (65% de la capacidad instalada). Esto dota al sistema de una importante flexibilidad de corto plazo en el parque de generación y puede facilitar la acomodación de renovables, pero también hace vulnerable al sistema eléctrico colombiano ante escenarios hidrológicos críticos, como el fenómeno de El Niño. Durante períodos de condiciones hidrológicas normales, la generación hidroeléctrica es capaz de abastecer alrededor del 85% de la demanda. En cambio, durante períodos secos, como 2009-2010 y 2015-2016, afectados por el fenómeno de El Niño, las fuentes de generación térmica cubrieron casi el 50% de la demanda, llevando a altos costos de generación, tarifas y emisiones de gases de efecto invernadero<sup>11</sup>. La entrada en operación de los proyectos solares y eólicos por hasta 2.000 MW, actualmente en desarrollo, contribuirá a mitigar este riesgo. Sin embargo, la conexión a la red de estos proyectos es una limitante para su desarrollo a gran escala, y resalta la importancia de la adecuada gestión de los temas ambientales y sociales.

Asimismo, aún existen brechas regulatorias, de mercado y comerciales para abordar la identificación, evaluación y gestión del riesgo del cambio climático<sup>12</sup>. Además de la alta dependencia de los recursos hídricos, que en condiciones de sequía pueden exponer el sistema a estrés físico y a los consumidores a precios elevados<sup>13</sup>, se identificaron las siguientes brechas de resiliencia: la necesidad



de proveedores de electricidad de última instancia; oportunidades para evaluar si es necesario fortalecer el monitoreo de los riesgos de contraparte en el mercado mayorista más allá de las métricas actuales, para capturar la resiliencia ante eventos climáticos severos; y la falta de incentivos de mercado para los recursos de restauración de apagones<sup>14</sup>.

## PROPUESTAS

Para garantizar la adaptación a los impactos del cambio climático en la energía hidroeléctrica, los organismos gubernamentales con atribuciones de planificación deben realizar estudios en forma habitual y actualizar periódicamente sus bases de datos sobre los impactos del cambio climático en la hidrología y la generación de energía hidroeléctrica. Estos deben considerar las incertidumbres e incorporar la mejor información disponible para permitir la estimación de los impactos no solo sobre el comportamiento hidrológico promedio, sino también sobre las métricas de dispersión y asimetría que están estrechamente relacionados con los riesgos de confiabilidad y costo de la electricidad. Los estudios deberían actualizarse periódicamente y, si los riesgos están por encima del rango acep-

table, se pondrían en marcha ajustes en la cadena de gestión del sector eléctrico en uno o más de los siguientes aspectos: (i) mecanismos de operación y expansión del sistema eléctrico para la coordinación entre múltiples usos del agua<sup>15</sup>; (ii) marcos comerciales y regulatorios que determinan la asignación de costos, beneficios y riesgos para la generación de energía<sup>16</sup>; (iii) facilitación de acciones a nivel de activos, a través de acciones focalizadas de instituciones gubernamentales.

Para enfrentar la alta exposición y vulnerabilidad a los riesgos climáticos, Colombia necesita fortalecer y modernizar las empresas de servicios públicos, enfocándose en la resiliencia. Para lograr esto, se recomienda que Colombia analice, evalúe y recomiende mejoras regulatorias para fortalecer y modernizar las empresas de servicios públicos en Colombia, teniendo en cuenta la regulación y tecnología de punta, y con el objetivo de hacer que las empresas de servicios públicos sean resilientes a los riesgos relacionados con el clima. Esto incluiría el análisis de los riesgos más relevantes para las empresas colombianas de servicios públicos, definiendo estrategias de adaptación y recomendando las mejoras normativas requeridas.

## Fomentar una transición justa y un modelo de desarrollo inclusivo

La base exportadora de Colombia enfrenta riesgo a largo plazo debido a su dependencia de las exportaciones de combustibles fósiles y las tendencias globales de descarbonización. El sector de hidrocarburos (carbón, petróleo y gas) de Colombia generó el 17% de los ingresos fiscales del Gobierno central en 2019<sup>17</sup>, 3% del PIB y 56% de las exportaciones (carbón y petróleo) en 2019<sup>18</sup>. El sector petrolero representó el 0,3% del PIB en impuestos de renta (2020), el 0,7% del PIB en dividendos de Ecopetrol (2020) y el 0,6% del PIB en regalías a los gobiernos locales (2020). Pese a los precios históricamente altos mundiales de los bienes básicos, que se espera continúen hasta el 2024<sup>19</sup>, la probable descarbonización a largo plazo de los socios comerciales de Colombia podría tener un efecto negativo en la demanda futura y los precios de exportación de estos productos básicos y, en consecuencia, en la balanza comercial de Colombia. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA), teniendo en cuenta los compromisos climáticos anunciados, se espera que la demanda de petróleo se estabilice en 2025<sup>20</sup> y, teniendo en cuenta las políticas establecidas, se espera que la demanda de carbón comience a caer después de 2024<sup>21</sup>. Los principales importadores de hidrocarburos de Colombia son EE. UU. (29%), China (17%), Panamá (8,2%), Turquía (6,3%) e India (6,1%), mientras que la UE en su conjunto representa el cuarto principal importador (6,9%)<sup>22</sup>.

Colombia es vulnerable a impactos significativos de las tendencias globales de descarbonización. A medida que los mercados se descarbonicen, casi el 70 por ciento de las reservas de petróleo en Colombia podrían ser incombustibles con efectos fiscales y laborales sustanciales. De hecho, Ecopetrol ya está bajo presión para transformarse y alcanzar su meta de cero emisiones netas de carbono para 2050. Además, la disminución del apetito mundial por el carbón está ensombre-

ciendo el futuro de la industria en el país, donde Prodeco y CNR han detenido las operaciones mineras en 2020<sup>23</sup>.

La relevancia de la industria de hidrocarburos y del carbón es particularmente alta en los departamentos del Cesar y La Guajira, responsables de producir y exportar más del 90% del carbón colombiano<sup>24</sup> y donde esta industria aportó el 40% y el 38% del crecimiento regional, respectivamente<sup>25</sup>. El sector de producción de carbón y petróleo de Colombia representó aproximadamente 85.000 (0,36%) empleos directos en 2019<sup>26</sup>, principalmente en los departamentos de Cesar, La Guajira, Bogotá, Boyacá y Santander. Teniendo esto en cuenta, garantizar una transición justa requiere poner a las personas y las comunidades en el centro del proceso, trabajando con las partes interesadas para crear los planes, las políticas y las reformas necesarias para mitigar los impactos sociales y ambientales, apoyar a las personas afectadas y construir un nuevo futuro de energía limpia. Esto incluye analizar las interdependencias entre el desmantelamiento de los activos de carbón —como la minería, el transporte y las centrales eléctricas— y el desarrollo de programas de eficiencia energética y energía renovable para reemplazarlos.

### PROPUESTAS

Impulsar políticas para asegurar una transición justa, brindando oportunidades a la población afectada por medidas de descarbonización (comunidades que dependen de los combustibles fósiles). Esto debe implementarse a través de programas que incorporen su reconversión laboral con la generación de empleos de calidad, protección social y desarrollo local, dotando a los trabajadores de nuevas capacidades técnicas que les permitan incorporarse a sectores bajos en carbono, siempre con criterios de equidad de género y apoyando grupos vulnerables. Como parte de estas acciones, el país necesita diseñar e implementar políticas de diversificación económica para las regiones y comunidades más dependientes de la minería del carbón, tanto apoyando la minería de otros materiales, que están vinculados a la transición energética (como cobre, metales

**Los combustibles y productos de minería (mayormente carbon y petróleo) representaron el 56% de las exportaciones en 2019, destacando el rol crítico que tienen en la balanza de pagos del país**

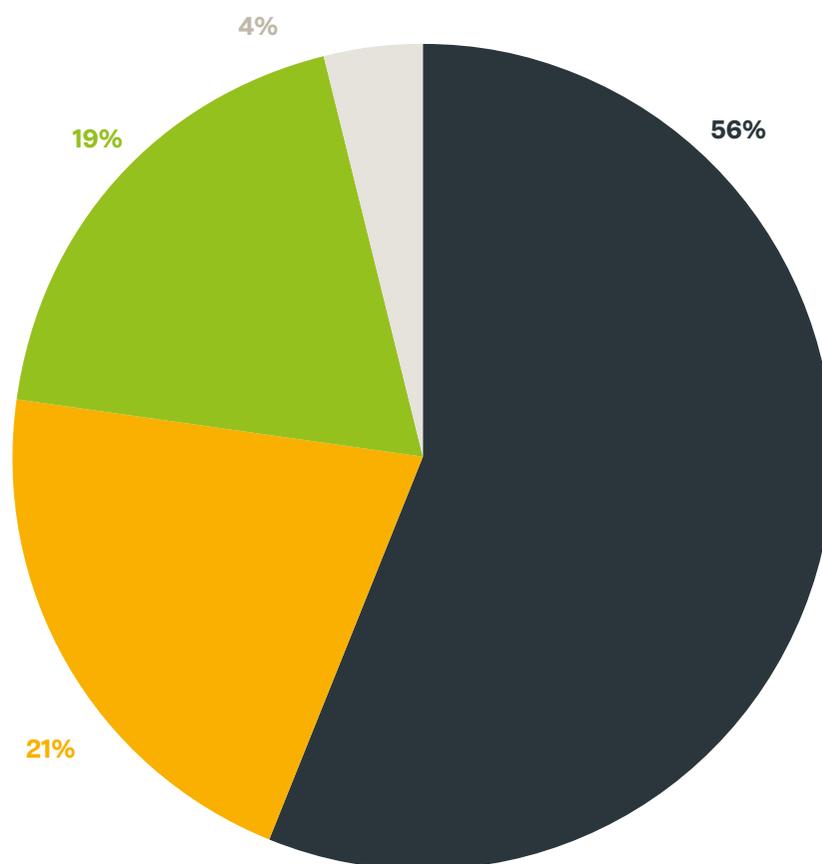
Figura 3: Valor (FOB) de las exportaciones totales, según grupos de productos

**Combustibles y Minería**

**Manufacturas**

**Agricultura**

**Otros sectores**



Fuente: Banco Mundial, Basado en información del DANE (GoC).

preciosos, tierras raras, etc.) y seguir apoyando la formalización de los trabajadores del sector minero. La explotación de las grandes dotaciones de recursos ERNC del país y el desarrollo de una industria del hidrógeno tienen el potencial de apoyar la diversificación económica (incluido para las exportaciones de electricidad limpia o incluso las exportaciones de hidrógeno) aprovechando al tiempo las capacidades existentes de la industria. Por ejemplo, las capacidades existentes de la industria petrolera de Colombia en actividades *off-shore* y perforación tanto *off-shore* como *onshore* podrían brindarle una ventaja en el desarrollo de su potencial geotérmico y eólico *off-shore*, ayudando a absorber paulatinamente la mano de obra del sector hidrocarburos.

Mejorar e implementar políticas para reducir la pobreza energética a través de medidas y programas que proporcionen calefacción y electricidad sostenibles y de costo moderado. Esto puede tomar la forma tanto de iniciativas de acceso a la energía para brindar nuevos servicios a las poblaciones más vulnerables (aproximadamente 1,8 millones/

500 mil hogares<sup>27</sup>), como de iniciativas destinadas a mejorar los niveles de servicio a las poblaciones pobres en energía. Además, cualquier medida de este tipo debe complementarse con medidas de eficiencia energética en los hogares que ayuden a conservar el calor y reducir el consumo de energía, trayendo beneficios económicos, sociales y de salud, como es el caso en varios países de la OCDE.

Implementar un modelo participativo, integral, transparente e incluyente en la generación de políticas que apoyen el desarrollo sostenible y bajo en carbono, procurando que las políticas cuenten con la aceptación de la sociedad, el empoderamiento de los gobiernos regionales, el apalancamiento institucional y que no dejen atrás a ninguna comunidad. La Ley de Neutralidad Climática<sup>28</sup>, la Estrategia Climática de Largo Plazo, y los planes sectoriales para la gestión integrada del cambio climático (PIGCC) contribuirán a estos objetivos, estableciendo el marco legislativo y la hoja de ruta para la implementación de estrategias de descarbonización que contribuyan al desarrollo sostenible del país.

# Movilizar financiamiento a gran escala para asegurar una transición de energía limpia

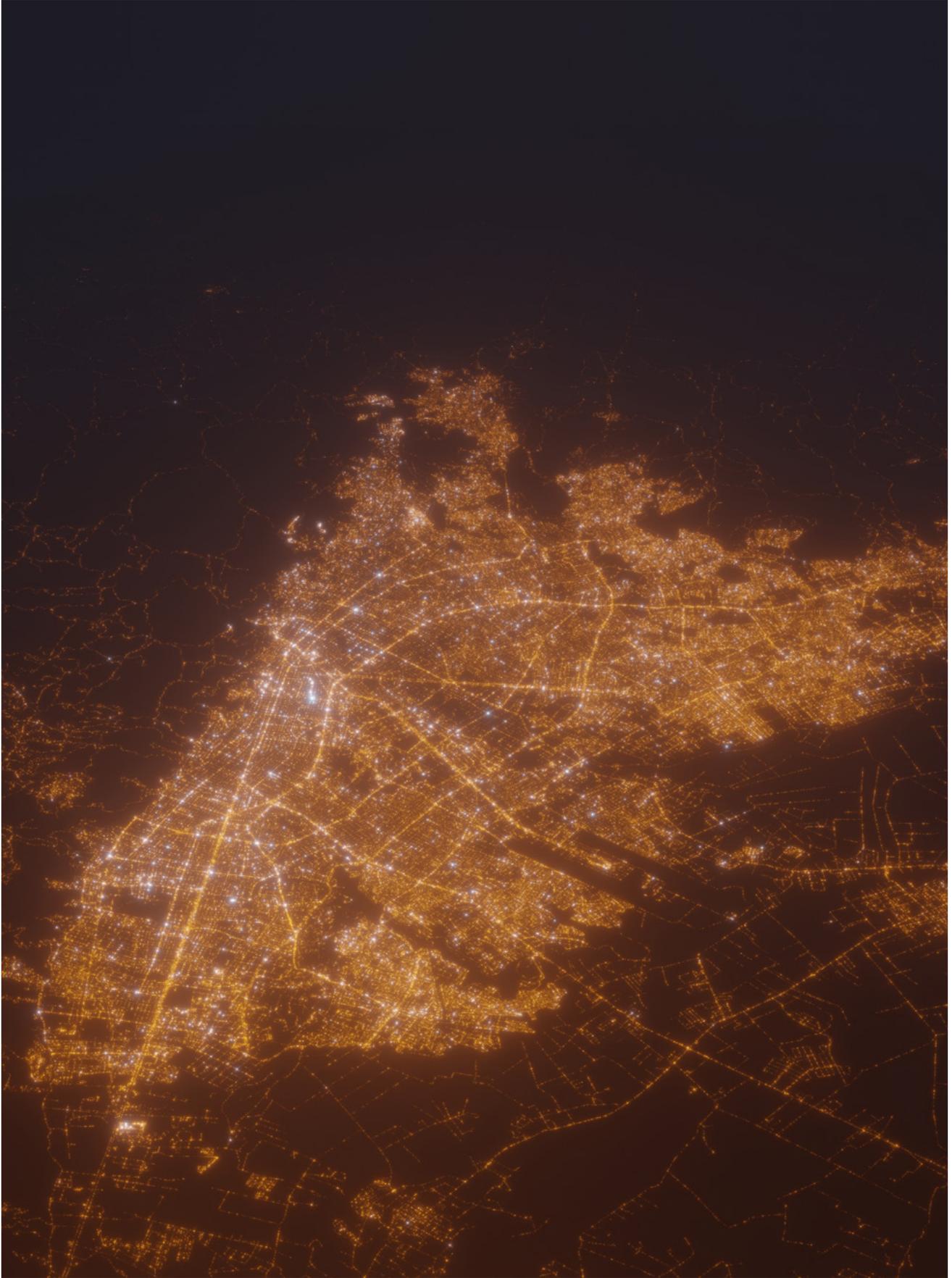
Colombia debe movilizar financiamiento privado a escala para apoyar su transición a energía limpia y la descarbonización de la economía. Los pronósticos a largo plazo de la UPME para el sector energético (PEN 2020-2050) predicen costos agregados totales de entre 471 y 532 mil millones de dólares entre 2020 y 2050, dependiendo de las mejoras tecnológicas y las opciones de política adoptadas para mitigar las emisiones de GEI. El primero asume un escenario habitual (con 90 millones de tCO<sub>2</sub>eq/año para 2050), mientras que el segundo asume una ruta a la descarbonización alineada con la NDC inicial de Colombia (53 millones de tCO<sub>2</sub>eq/año). Sin embargo, vale mencionar que el PEN 2020-2050 aún no ha sido actualizado para estimar los costos para cumplir con los compromisos NetZero del país, por lo que el escenario de descarbonización no está alineado con las emisiones de carbono anuales requeridas (las cuales, según el documento de estrategia de descarbonización “E2050”, deberían ser de 12 millones de tCO<sub>2</sub>eq/año para 2050).

La financiación es un obstáculo importante para el desarrollo de infraestructura en Colombia, con restricciones aún mayores para los proyectos de energías renovables (por ejemplo, eólica y solar) y para cualquier tecnología nueva (por ejemplo, BEES, hidrógeno verde). Pese a que Colombia tiene acceso a los mercados internacionales, aún necesita aprovechar totalmente su sector financiero nacional para proporcionar financiación a largo plazo para parte de estas inversiones. Una forma de hacerlo es ampliar la disponibilidad de acuerdos de compra de energía (PPA) financiables a largo plazo, ya sea a través de nuevas subastas u otros mecanismos que ayuden a crear un mercado para estos contratos. Dada la naturaleza y el nivel de madurez de la industria de generación eléctrica

renovable, por ejemplo, este tipo de inversiones podrían financiarse a través de esquemas de *Project Finance*.

## PROPUESTAS

Sumar dinamismo al mercado de financiación de infraestructura local y crear incentivos para mejorar la financiación interna mejorando la competencia y las capacidades en el sector financiero. En particular, los inversionistas institucionales podrían continuar invirtiendo a través de nuevos fondos de deuda que necesitarían tener un alcance más amplio para poder invertir en proyectos de energía renovable. Apoyar un mayor desarrollo de los mercados de bonos verdes a nivel corporativo y soberano podría ayudar a agregar dinamismo al sector. Además, el desarrollo de capacidades para los actores del sector financiero, dirigido a la evaluación y debida diligencia de los proyectos de infraestructura, permitiría evaluaciones de proyectos adecuadas y análisis de riesgo mejorados. Por ejemplo, basándose en el apoyo existente del Banco Mundial al Ministerio de Minas y Energía, DNP y UPME, el Banco puede apoyar a FENOGE y FDN en el diseño de una línea de crédito para apoyar la transición energética en varios sectores, incluyendo energías renovables no convencionales (como eólica *off-shore*) e hidrógeno. Esta instalación podría catalizar el financiamiento privado de largo plazo para proyectos que apoyen la transición energética del país. El Banco Mundial también puede apoyar a Colombia brindando financiación a este mecanismo.



# Cómo puede ayudar el Banco

## Servicios de Asesoría y Análisis

## Financiamiento de Políticas de Desarrollo

## Programa por Resultados

### Continuar y profundizar políticas para la descarbonización del sector energético

Asistencia técnica y generación de capacidad para:

- (i) Ajustar el marco normativo para permitir la transición hacia un sistema eléctrico sin emisiones de carbono, incluidas las inversiones necesarias en generación, almacenamiento, transmisión y nuevas tecnologías y modelos de negocio.
- (ii) Facilitar el escalamiento a la movilidad con bajas o cero emisiones.
- (iii) Reducción de emisiones de los sectores industrial y minero mediante el uso de hidrógeno bajo en carbono.
- (iv) Proyecto de reglamento para la producción y uso de hidrógeno.

Apoyar el despliegue y la ampliación del almacenamiento de energía (baterías, hidrógeno verde) trabajando con el Banco y las agencias relevantes para abordar los cuellos de botella regulatorios (IFC).

Apoyar el programa de políticas y acciones institucionales de Colombia

### Descarbonización del sector energético

Asistencia técnica y generación de capacidad para:

- (i) Apoyar la mejora de la planificación y regulación de la generación y transmisión de electricidad.
- (ii) Ampliar las políticas, regulaciones, instituciones y mecanismos de financiamiento de eficiencia energética.

Evaluación de la optimización de la transmisión con almacenamiento en batería (IFC).

### Fortalecer la adaptación y resiliencia para enfrentar vulnerabilidades frente al cambio climático

Asistencia técnica para:

- (i) apoyar la adaptación a los impactos del cambio climático en el sistema eléctrico.
- (ii) fortalecer y modernizar las empresas de servicios públicos, centrándose en la resiliencia.

Identificar estructuras regulatorias para permitir la digitalización de los servicios públicos (IFC).

Apoyar el programa de políticas y acciones institucionales de Colombia

Programa por resultados y/o línea de garantía para financiar las intervenciones de mitigación de riesgos requeridas en áreas clave

### Fomentar una transición justa y un modelo de crecimiento inclusivo

Asistencia técnica y generación de capacidad para:

- (i) Impulsar políticas para asegurar una transición justa, brindando oportunidades a la población afectada por medidas de descarbonización.
- (ii) Mejorar e implementar políticas para reducir la pobreza energética.
- (iii) Implementar un modelo participativo, integral, transparente e incluyente en la generación de políticas que apoyen el desarrollo sostenible y bajo en carbono.

Apoyar el programa de políticas y acciones institucionales de Colombia

### Movilizar financiación a gran escala para garantizar una transición hacia la energía limpia

Asistencia técnica y construcción de capacidad para sumar dinamismo al mercado de financiación de infraestructura local y generar incentivos para mejorar la financiación interna mejorando la competencia y las capacidades en el sector financiero.

Apoyar el programa de políticas y acciones institucionales de Colombia

## Financiamiento de Proyectos de Inversión

Proporcionar financiamiento/garantías a una línea de crédito para catalizar el financiamiento privado para la transición energética.

Proporcionar financiamiento/garantías a una línea de crédito para catalizar el financiamiento privado para la transición energética.

Proporcionar financiamiento/garantías a una línea de crédito para catalizar el financiamiento privado para mejorar la flexibilidad y la resiliencia del sector eléctrico, en áreas clave como: infraestructura de generación, sistemas de mitigación de riesgos, infraestructura de transmisión y distribución en secciones propensas a deslizamientos de tierra.

Proporcionar financiamiento/garantías a una línea de crédito para catalizar el financiamiento privado para inversiones en el acceso energético.

Facilitar el acceso a “finanzas verdes” para aumentar la disponibilidad de financiamiento para inversiones en iniciativas de energía limpia, ayudando a agregar dinamismo y establecer estándares más altos para el sector financiero en Colombia.

## Servicios de inversión y asesoría de la Corporación Financiera Internacional (IFC)

Financiamiento para nueva generación de energías renovables no convencionales y para movilidad de tecnologías limpias.

Brindar asesoramiento a las IF para identificar nuevos modelos de evaluación de riesgos para la adopción de autobuses eléctricos y la sostenibilidad financiera de los sistemas de transporte masivo (para otras ciudades además de Bogotá).

Apoyar el despliegue y escalado del almacenamiento de energía (baterías, hidrógeno verde) mediante la financiación de licitadores en primeras licitaciones y promover nuevos modelos de negocio.

Brindar asesoría a las empresas de servicios públicos a través de Utilities for Climate y realizar inversiones para mejorar la eficiencia y el desempeño energético.

Invertir en EE (p. ej., digitalización de servicios públicos).

Asesorar a las empresas de servicios públicos sobre la optimización de sus procesos de planificación de expansión de la red y la digitalización de la red, y realizar inversiones para respaldar estos procesos.

Continuar financiando proyectos de ER, movilizandobancos locales y brindando nuevas soluciones de financiamiento como el Financiamiento Vinculado a la Sostenibilidad (SLF).

## Servicios de Asesoría y

**Análisis.** El Banco puede brindar asesoría y análisis para diseñar e implementar mejores políticas, fortalecer instituciones, desarrollar capacidades, informar estrategias u operaciones de desarrollo, o contribuir a la agenda global. Hay diferentes fuentes de financiación para ASA. Estos incluyen el propio presupuesto administrativo del Banco, los donantes a través de Fondos Fiduciarios o Resultados Financiados Externamente (EFO) y las autoridades colombianas, a través de Servicios de Asesoría Reembolsable (RAS).

## Financiamiento de Políticas de Desarrollo

El instrumento DPF puede apoyar el programa de políticas y acciones institucionales de Colombia que promueven el crecimiento y la reducción sostenible de la pobreza. El DPF puede ayudar a Colombia a través del financiamiento del presupuesto general que está sujeto a los propios procesos y sistemas de implementación del prestatario.

## Programa por Resultados.

El instrumento PforR vincula el desembolso de fondos directamente con la entrega de resultados definidos para un programa de gobierno (nacional o subnacional, sectorial o intersectorial, existente o nuevo). Puede ayudar a Colombia a mejorar el diseño y la implementación de sus programas de desarrollo y lograr resultados duraderos mediante el fortalecimiento de las instituciones y la creación de capacidad.

## Financiamiento de Proyectos de Inversión

El instrumento IPF puede proporcionar un préstamo crédito del BIRF al Gobierno colombiano para una amplia gama de actividades que crean la infraestructura física/social necesaria para reducir la pobreza y crear un desarrollo sostenible.

## Servicios de inversión y asesoría de la Corporación Financiera Internacional (IFC)

Los servicios de IFC incluyen: (i) financiamiento a compañías a través de préstamos, inversiones en capital, títulos de deuda y garantías; (ii) movilización de capital de otros prestamistas e inversionistas mediante participaciones en créditos, préstamos paralelos y otros medios, con el fin de promover una mayor inversión privada en el país, y (iii) asesoría a compañías privadas y a gobiernos para estimular la inversión privada, crear mercados y mejorar el clima de inversión. Las compañías privadas pueden ser instituciones financieras, empresas de manufactura, agroindustria, de servicios (por ejemplo, de educación superior, salud, comercio), infraestructura y recursos naturales, tecnología y fondos.

## NOTAS

- 1 1.365 MW y 796 MW en dos rondas.
- 2 PEN 2020-2050.
- 3 PIGCCME 2050 (2021).
- 4 PIGCCME 2050 (2021).
- 5 UPME - PEN 2020-2050.
- 6 UPME – Plan Indicativo de Generación.
- 7 Incluir la extensión de la vida útil y la rehabilitación de las instalaciones hidroeléctricas existentes.
- 8 Cuantificación del pasivo contingente por desastres: 2021, “Marco Fiscal de Mediano Plazo”, Ministerio de Hacienda: [https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWCC\\_CLUSTER-165808%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased](https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWCC_CLUSTER-165808%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased)
- 9 BID: <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/>
- 10 La red de transmisión de electricidad de Colombia se extiende por 25.000 km y su infraestructura de transmisión es extremadamente vulnerable a los deslizamientos de tierra.
- 11 BID: <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/>
- 12 Un estudio reciente ejecutado por EPRI y patrocinado por el BM, para apoyar al administrador del mercado eléctrico de Colombia (XM) encontró un bajo nivel de alistamiento en las áreas de “Identificación, evaluación y gestión de riesgos” (RM) e identificó brechas de Resiliencia del Mercado.
- 13 El término *estrés físico* se refiere a operaciones anormales de alta demanda que pueden provocar interrupciones forzadas.
- 14 EPRI (2021). “Planificación de una Evaluación de Resiliencia del Sistema Energético Colombiano”.
- 15 Los procesos con mayor probabilidad de requerir ajustes serían: (i) para operaciones, pronóstico hidrológico y construcción de escenarios, y operación y programación de embalses hidroeléctricos; y (ii) para la expansión, la evaluación del potencial hidroeléctrico, la planificación de la expansión de la transmisión, las evaluaciones de la adecuación de los recursos de generación vinculados a la contratación de energía firme y la planificación de las subastas de generación.
- 16 Todos los ajustes deben equilibrar adecuadamente los objetivos de atraer capital a precios razonables para la generación de energía y brindar a los agentes incentivos para tomar decisiones eficientes de inversión y operación.
- 17 <https://acp.com.co/web2017/es/informes/691-informe-economico-tendencias-inversion-ep-en-colombia-2020-y-perspectivas-2021>
- 18 DANE (2019). <https://www.dane.gov.co/index.php/es/estadisticas-por-tema-1/comercio-exterior/comercio-internacional-exportaciones>
- 19 Banco Mundial (2021). Commodity Markets Outlook: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/37223/CMO-April-2022.pdf>
- 20 IEA, Oil demand by scenario, 2010-2030. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/oil-demand-by-scenario-2010-2030>
- 21 IEA, Global coal demand by scenario, 2010-2030. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-coal-demand-by-scenario-2010-2030>
- 22 OEC (2020). [\ | "Profile](https://oec.world/en/profile/country/col?depthSelector1=HS2Depth&latestTrendsViewSelectorNonSubnat=latestTrendsViewOption0&tradeScaleSelector1=tradeScale0)
- 23 Según la AIE, teniendo en cuenta los compromisos climáticos anunciados, se espera que la demanda de petróleo se estabilice en 2025 y, teniendo en cuenta las políticas establecidas, se espera que la demanda de carbón comience a caer después de 2024. Los principales importadores de hidrocarburos de Colombia son EE. UU. (29%), China (17%), Panamá (8,2%), Turquía (6,3%) e India (6,1%), mientras que la UE en su conjunto representa el cuarto principal importador (6,9%).
- 24 SEI (2018).
- 25 DANE (2019).
- 26 GBM (2022).
- 27 UPME (2019). Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica PIEC 2019-2023.
- 28 Ley 2169 de 2022. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30043747>
- 29 “*Gestión activa de la demanda*” se refiere únicamente a la gestión de la demanda de electricidad; “*Sustitución de combustibles fósiles*” no se refiere a la electrificación del consumo, pero sí incluye la sustitución tanto por hidrógeno como por biocombustibles.