

## ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE ACCIÓN DE LOS NDC EN COLOMBIA (UNEP)

Entregable 2.2. Informe que contenga los procesos que permitirían la destinación y gestión efectiva de fuentes nacionales, incluida una estrategia preliminar que conecta los objetivos de la NDC con las fuentes de financiación nacionales

### Director del Proyecto

Juan Benavides

### Investigadores:

Ximena Cadena

Martha Elena Delgado

Helena García

María Claudia García

Juan Camilo Medellín

### Asistentes de Investigación:

Tatiana García

María José Mejía

Bogotá, Septiembre 29 de 2021



**Asistencia técnica para la implementación del Proyecto de Acción de los  
NDC en Colombia (UNEP)**

**Fedesarrollo (institución técnica nacional)**

**Entregable 2.2. Informe que contenga los procesos que permitirían la  
destinación y gestión efectiva de fuentes nacionales, incluida una estrategia  
preliminar que conecta los objetivos de la NDC con las fuentes de  
financiación nacionales.**

29 de septiembre de 2021

Juan Benavides (director del proyecto)

Investigadores:

Ximena Cadena

Martha Elena Delgado

Helena García

María Claudia García

Juan Camilo Medellín

Asistentes de investigación:

Tatiana García

María José Mejía

## Introducción y mensajes centrales del diagnóstico

El Entregable 2.2. consta de 3 capítulos además de esta introducción:

- El **diagnóstico sectorial** caracteriza siete sectores de la economía, presenta sus emisiones y consumos de energía, resume las entrevistas realizadas con actores relevantes, revisa las taxonomías internacionales de mitigación y las propuestas de taxonomía de la SFC, y analiza las intervenciones propuestas en la actualización de los NDC<sup>1</sup>.
- El **diagnóstico financiero** presenta los avances, cuellos de botella, estadísticas de financiación climática de Colombia, principales fallas de mercado y los asuntos críticos en financiación (certificación, reducción de riesgos, mercados de carbono).
- El **diagnóstico transversal** identifica los avances y vacíos en liderazgo público, y fallas de mercado en financiación en *mitigación*; y las principales necesidades para avanzar en la financiación de la *adaptación*.

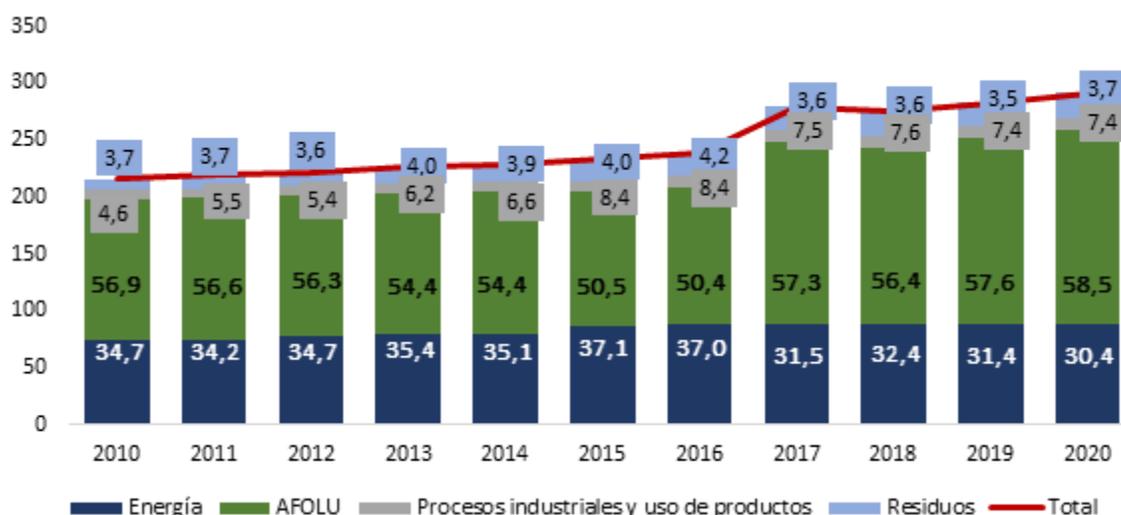
Los siguientes productos de la consultoría propondrán soluciones a los problemas y las necesidades enumerados, en el formato de Misión de implementación.

Los mensajes centrales de este documento son:

### 1. Colombia no ha reducido sus emisiones de CO<sub>2</sub> durante los últimos cinco años

Por el contrario, las emisiones están creciendo a una tasa del 4,6% los últimos cinco años, más alta que la del crecimiento promedio del PIB en ese período; ver Gráfica I.1.

**Gráfica I.1. Emisiones de CO<sub>2</sub>eq de Colombia (Mt CO<sub>2</sub>eq y participación por sector)**



Fuente: actualización de la NDC (2020)

<sup>1</sup> Los sectores que se estudian son: minas y energía, transporte, salud y protección social, vivienda, ciudad y territorio, comercio, industria y turismo, agricultura, y forestal, ambiental y uso del suelo.

En 2020, cerca del 58,5% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2020 provienen del sector AFOLU (agricultura, forestal y cambio de uso del suelo), un 30,4% proviene de la producción y consumo de energía, un 7,4% de procesos industriales y uso de productos, y 3,7% de residuos.

## **2. El financiamiento climático es reducido salvo en oferta de FNCER**

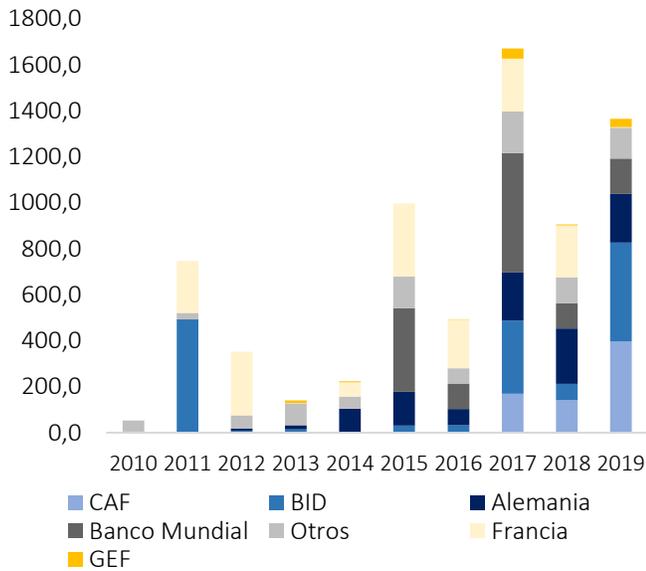
A partir de la base de datos “Climate-related development finance” de la OCDE se caracterizaron los flujos de financiamiento externo que llegan al país en el periodo de 2010-2019. A continuación, se muestra la desagregación de la financiación externa dirigida a Colombia de acuerdo con la fuente de recursos, los sectores, los instrumentos de financiación y el componente (adaptación o mitigación; (OCDE, 2019).

Las cifras de inversión climática no muestran una tendencia clara en el periodo analizado. Los años con un mayor monto de recursos son (Gráfica I.2) 2017 (USD \$1.670 millones) y 2019 (USD \$1.364 millones). En la misma gráfica se observa que, por fuente de recursos, los bancos de desarrollo, como la CAF (Banco de desarrollo de América Latina), el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y el BM (Banco Mundial), y los gobiernos de países industrializados han sido los principales proveedores de recursos para Colombia. En 2019, los bancos de desarrollo representaron aproximadamente 71,9% de la financiación, casi USD \$980 millones del total de ese año.

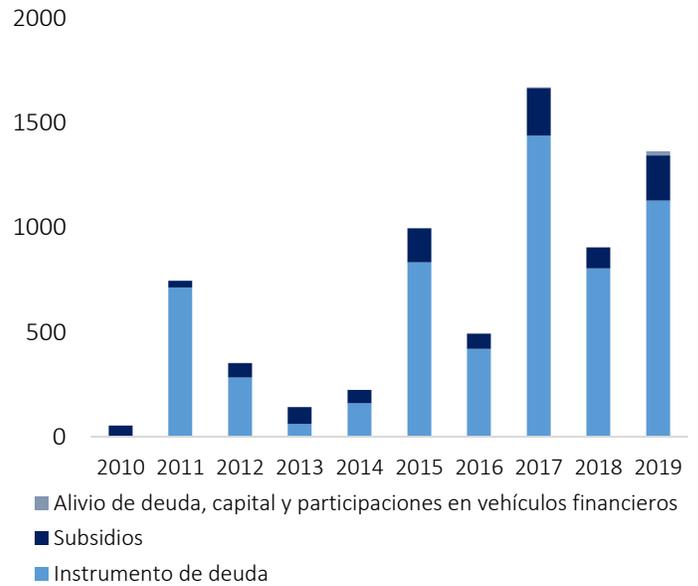
La deuda ha sido el instrumento financiero más utilizado en financiamiento climático. Mantiene una participación alrededor del 80% en los últimos 10 años (Gráfica I.3). En el 2019 los recursos por deuda movilizaron alrededor de USD \$1.129 millones hacia Colombia. En segundo lugar, se encuentran los subsidios con una participación de 20% en promedio durante este mismo periodo. Las participaciones de estos instrumentos son similares al flujo de recursos a nivel mundial. Por componente, las medidas que más han recibido recursos han sido las enfocadas hacia la mitigación del cambio climático (61,4% del total entre 2010 y 2019), lo que sucede también con los recursos a nivel mundial (Gráfica I.4). Las medidas que traslapan objetivos de mitigación y adaptación han incrementado su importancia en los últimos 5 años y han recibido en promedio el 24,1% del total de recursos entre 2010 y 2019, mientras que las medidas de adaptación representan el componente que recibe la menor proporción de recursos (14,3%). En el último año los recursos de mitigación y adaptación fueron 1.155 millones de dólares y 116 millones de dólares, respectivamente, mientras que, apenas 92 millones de dólares traslapan ambos componentes.

A nivel sectorial (Gráfica I.5), los flujos antes de 2015 comportamiento muy volátil. A partir de este año se observa un aumento de flujos hacia los sectores de protección ambiental y minas y energía, 29% y 22% del total de recursos entre 2015 y 2019, respectivamente. En 2019 los sectores con mayores flujos de recursos hacia el país fueron: minas y energía (USD \$592 millones) y otros sectores (USD \$557 millones), seguidos por los sectores de protección ambiental (USD \$90 millones de dólares), agricultura (USD \$72 millones) y agua y saneamiento (USD \$53 millones).

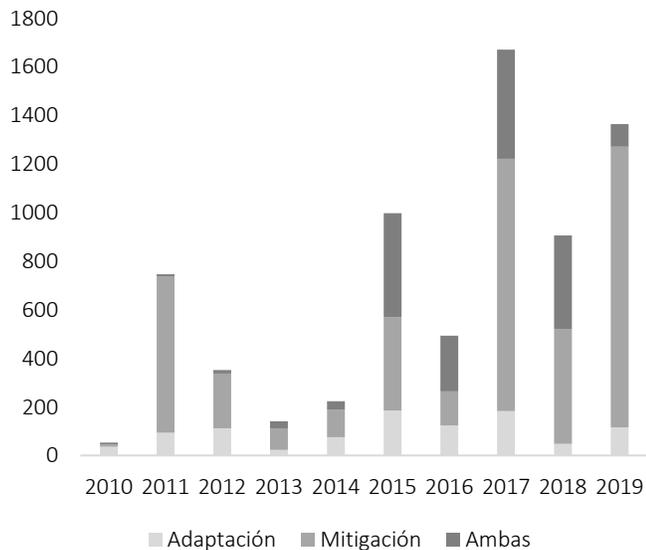
**Gráfica I.2. Financiamiento para el cambio climático por fuente de recursos**  
(Millones de dólares 2019)



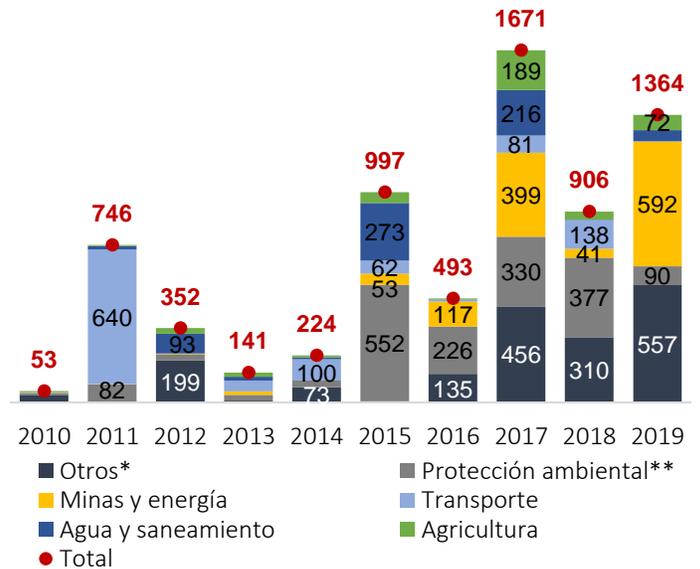
**Gráfica I.3. Financiamiento para el cambio climático por instrumento financiero**  
(Millones de dólares 2019)



**Gráfica I.4. Financiamiento para el cambio climático por componente**  
(Millones de dólares constantes 2019)



**Gráfica I.5. Financiamiento para el cambio climático por sector**  
(Millones de dólares constantes 2019)



Otros\* incluye gobierno y sociedad civil, servicios financieros, multisectoriales, conflicto y paz y no especificados.  
Protección Ambiental\*\* incluye protección ambiental general y preparación y prevención contra desastres.

Fuente: Climate-related development finance OCDE (2019)

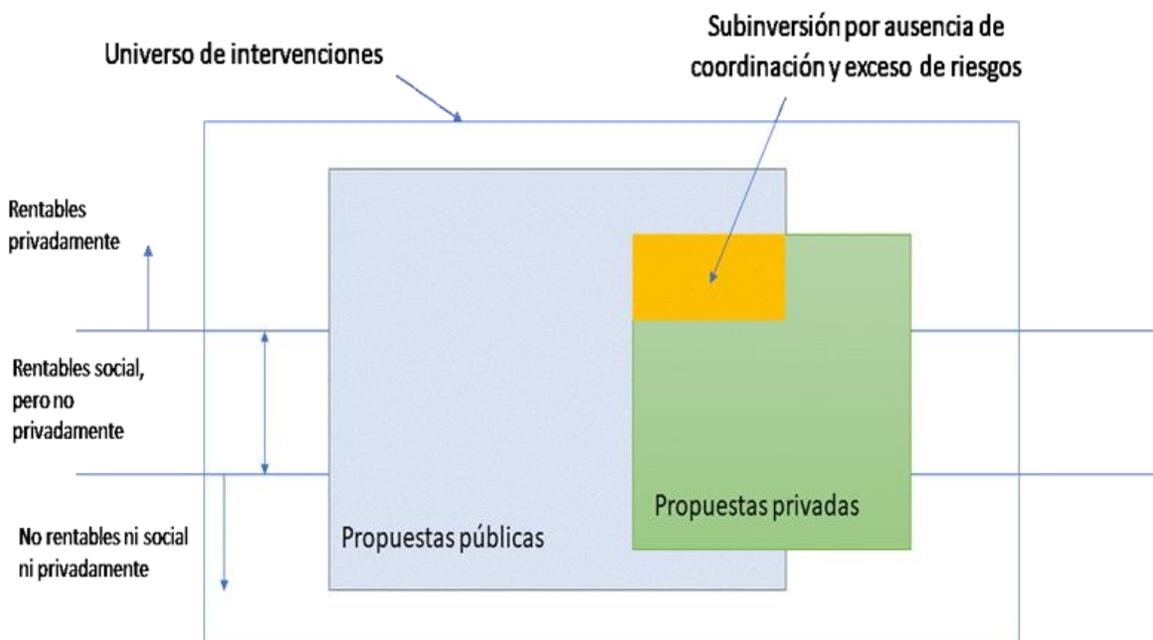
### 3. Las instituciones climáticas nacionales no están orientadas a la implementación y los intereses de los sectores reales en financiamiento climático son heterogéneos

Las instituciones públicas climáticas han avanzado en definiciones conceptuales (documentación y lenguaje) y disponen de un número alto de comités e instancias de reunión, pero han avanzado poco en *acciones*. Salvo el sector energético y el sector de comercio, industria y turismo, los sectores públicos carecen de capacidades propias de costeo y estructuración de proyectos climáticos, y de incentivos para dedicar recursos a asuntos distintos a su misión.

No existe un sistema para registrar el tipo y volumen de inversiones climáticas que retroalimente al Sisclima para autoevaluar su desempeño. La adaptación NDC de 2020 se hizo con intervenciones sin costeo, y sin una estimación del impacto fiscal de cumplir los compromisos y sobre el crecimiento económico. La primera taxonomía de intervenciones aparece después de 2 años de valioso esfuerzo que se hubieran podido reducir a menos de un año sin costos de coordinación.

El enfoque descentralizado de compilar intervenciones de mitigación y adaptación por solicitud a los sectores desperdicia las capacidades analíticas y acervo de conocimientos de UPME en el lado de la demanda de energía. La combinación de problemas de coordinación desde el sector público y exceso de riesgos desde la estructuración y empaquetamiento de instrumentos pueden dar lugar a subinversión, como se ilustra en la Gráfica I.6, o a inversiones que destruyen valor (que no se presentan en la gráfica).

**Gráfica I.6. Subinversión por problemas de coordinación y exceso de riesgos**



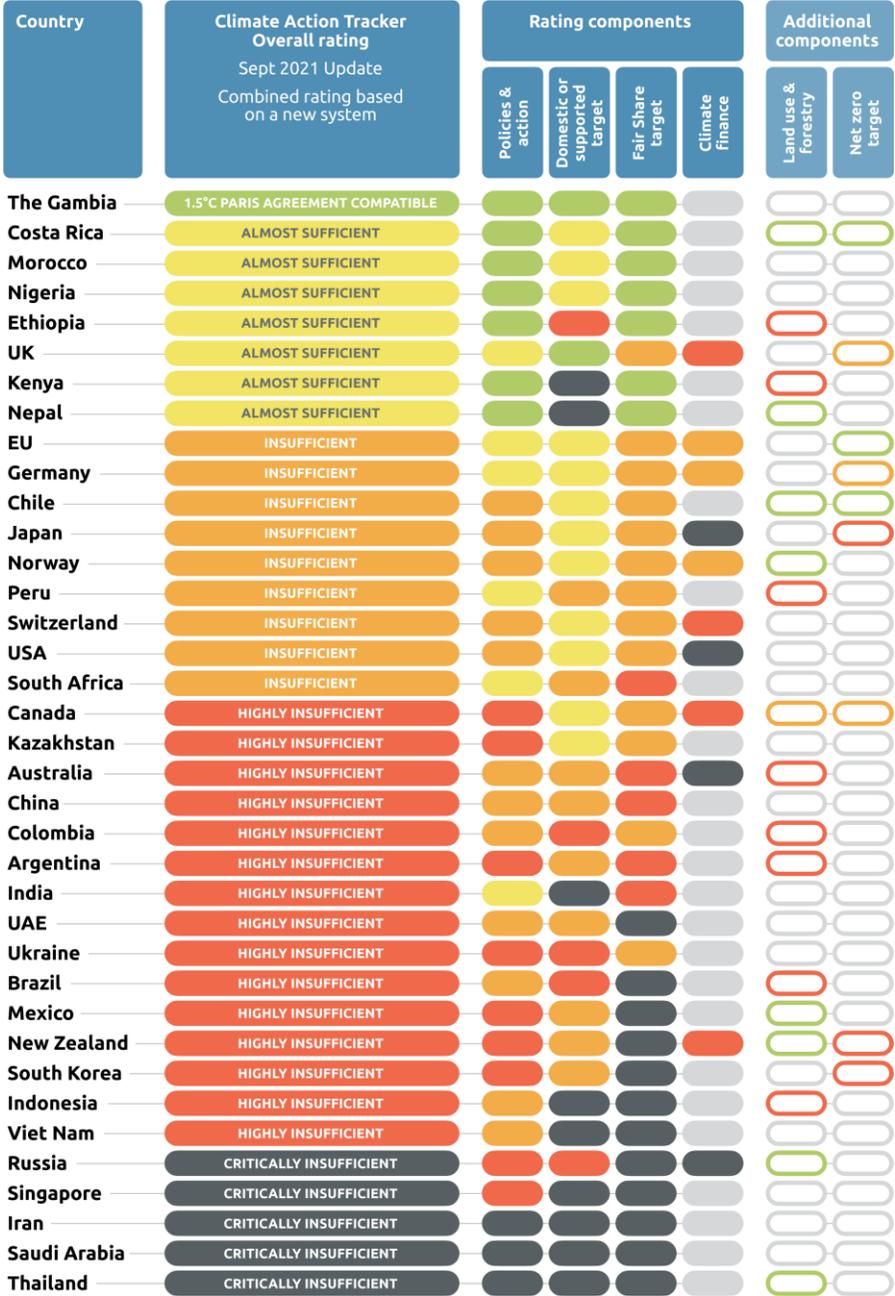
Fuente: elaboración propia

Las inversiones para la descarbonización y la transición energética podrían ser más altas que las de infraestructura de transporte, con la diferencia de que en transporte existen avances en la última

década en lineamientos de alto nivel, planeación y priorización de proyectos, instituciones ejecutoras y de financiación con gobierno corporativo fuerte, instrumentos idóneos y contratos que tienen reconocimiento internacional y que movilizan varios billones de inversiones anuales, incluidos los aportes públicos a APP por medio de vigencias futuras.

En el análisis de percepción de CAT (2011) sobre los avances y aportes de diversos países en torno al cambio climático, los de Colombia se califican como ‘Altamente insuficientes’ (Gráfica I.7).

**Gráfica I.7. Calificaciones de políticas nacionales de cambio climático**



Fuente: Climate Action Tracker (CAT) (2021)

Esta calificación pondera tres componentes: (i) políticas y acciones (insuficiente); (ii) metas con apoyo (altamente insuficiente); y (iii) equidad de las metas (insuficiente). El componente de finanzas climáticas, como la mayoría de los países, aparece sin calificación, por ausencia de información (lo que refleja el carácter incipiente del tema y/o montos pequeños y difíciles de validar).

#### **4. Las capacidades de preparación de acciones y de financiación climática son limitadas**

Los bancos de desarrollo locales y los bancos comerciales han tenido éxitos iniciales en emisiones de bonos asociados a la sostenibilidad, pero las fallas de mercado en asimetría de información y riesgos de diferente tipo (*greenwashing*, por ejemplo) frenan el escalamiento de la financiación. Parte de la asimetría de información consiste en que el orden de mérito de las intervenciones sectoriales propuestas en la actualización de la NDC y su ubicación en una curva MACC son desconocidos, y que no hacen parte de una taxonomía aceptable internacionalmente. La construcción de una primera taxonomía por la SFC en 2021 es un paso importante para reducir la asimetría de información para los financiadores, pero las taxonomías de los países que las han adoptado lucen como subconjuntos de los sectores y subsectores de cuentas nacionales, que no reemplazan la necesidad de disponer de una agencia ejecutora que origine proyectos específicos. Por otra parte, ninguna taxonomía captura las economías de alcance y de escala entre sectores.

En mitigación, la eficiencia energética es una intervención transversal a los sectores (que incluye desde el cambio de iluminación y artefactos en los hogares hasta cambios de calderas y cogeneración industrial) con rentabilidades positivas, que corre el riesgo de quedar en el limbo si se organiza con una óptica puramente sectorial. En adaptación, la resiliencia de servicios ecosistémicos es también un asunto transversal a los sectores que puede quedar fuera del radar de la financiación si se lo reduce a lo sectorial. La oferta y la demanda están separadas por ausencia de información de oportunidades (la mayoría de los actores privados las desconoce), y por los riesgos reales o percibidos por el lado de la demanda. Falta promover sistemas de certificación de los instrumentos y definir el sistema de admisión al grupo de entidades certificadoras de instrumentos para reducir la asimetría de información de los financiadores.

La oferta de instrumentos viene todavía sin acompañamiento y sin gestión de los costos ocultos de adopción de tecnología en el lado de la demanda. La mayoría de los recursos disponibles para finanzas climáticas están en los inversionistas institucionales (no en los bancos), pero todavía este segmento no participa activamente en el ecosistema de financiación. De igual forma, en adaptación se percibe una participación débil de las aseguradoras, que tienen una tradición en gestión de riesgos y de ajuste de productos de acuerdo con el contexto. Por último, el sector público no ha definido los montos y usos en finanzas climáticas para la próxima década.

#### **5. La financiación climática debe remover varios grupos de barreras y cuellos de botellas en normativa, coordinación y resolución de fallas de mercado**

La falta de una taxonomía para el sistema financiero ha limitado hasta la fecha las posibilidades de los bancos de desarrollo de avanzar en sus líneas verdes; sin embargo, han desarrollado un marco conceptual de bono verde donde cuentan con unas categorías de proyectos verdes (Bancoldex), han

comenzado a crear una taxonomía para cada línea de la compañía y un marco de apetito de riesgo en temas de sostenibilidad (FDN) o tienen mecanismos de financiación verde y una línea de financiación verde producto de las utilidades de las demás líneas de financiación (Findeter).

Se han identificado 10 barreras en la financiación climática: (i) falta de claridad estratégica y prioridades de los sectores y sus metas para apalancar las NDC, (ii) vacíos en la regulación de bonos temáticos en sentido amplio; (iii) falta de información clara y oportunidad que genere valor a los bancos para poder armar la estrategia y estructurar productos, (iv) ausencia de soluciones financieras y no financieras que apalancen las NDC, (v) falta de incentivos económicos en sectores estratégicos que apalancen las NDC, (vi) falta de instrumentos financieros integrados con instrumentos económicos y de mercado, (vii) falta de identificación necesidades de los sectores de manera oportuna, (viii) falta de foco de los recursos hacia temas estratégicos para apalancar las NDC, (ix) ausencia de análisis de riesgo climático en los análisis y procesos de entidades financieras, y (x) escaso número de entidades financieras con líneas sostenibles.

Los cuellos de botella más importantes para lograr hacer el *match* entre la oferta y la demanda de la financiación verde son:

- Legales: las tasas son compensadas o subsidiadas y el subsidio viene del gobierno, o de entidades multilaterales que imponen numerosos requisitos y trámites complicados.
- Mercado: el público demanda mejores condiciones (plazos, oportunidad de entrega de los recursos, tiempos, procesos menos engorrosos y más expeditos) y para eso necesitan subsidios a la tasa de interés, lo que implica tener que financiar la diferencia con la tasa de interés verdadera. Se percibe que cuando hay alta liquidez en el mercado financiero no hay incentivos para buscar créditos especiales que imponen requisitos adicionales (como los requisitos ambientales y verdes).
- Presupuestal: el déficit fiscal del país es muy grande y eso limita la capacidad de usar recursos públicos para apalancar créditos de desarrollo.
- Capacidades técnicas de los sujetos de crédito: hay empresas que no tienen las capacidades técnicas por lo cual necesitan acompañamiento para estructurar proyectos verdes, y para cumplir con los requisitos de generación, monitoreo y ejecución.

## **6. Falta hacer explícitos los costos de la descarbonización, reconocer claramente que los aportes a la descarbonización de Colombia serán marginales a nivel mundial**

Los *costos ocultos* de adelantar medidas de abatimiento el sector AFOLU son enormes e históricos: debilidad institucional y sustitución del estado por fuerzas violentas y antimodernas, problemas en titulación de predios, legislación que impide las economías de escala en tamaño de predios, vigor de actividades ilegales en el territorio (desforestación de bosque para venta de madera, minería ilegal, narcotráfico). En 2019, nuestras emisiones fueron de 1,74 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante, mientras que las de Suecia, Alemania y España fueron de 4,45, 8,52 y 5,58 tCO<sub>2</sub>/hab., respectivamente. El reducido consumo de energía y la relativa limpieza en fuentes primarias y secundarias restringen el potencial de los aportes de la descarbonización de Colombia, a diferencia

de lo que sucede en los países industrializados (grandes consumidores de energía e importadores de combustibles fósiles).

### **7. El riesgo de impacto negativo de la descarbonización radical sobre el crecimiento económico**

Por cualquiera de los 3 canales siguientes asociados a una política de descarbonización radical, se puede reducir el crecimiento de la economía colombiana:

- Cuando el sector público otorga subsidios a proyectos que ya tienen rentabilidad privada positiva (como en el caso de los estímulos de la Ley 1715) y se transfieren rentas injustificables al inversionista, a costa de los contribuyentes.
- Cuando el sector público apoya la financiación de proyectos de costo social negativo, está desviando fondos que podrían destinarse a proyectos de alta rentabilidad social, tales como educación, salud e I+D+i en nuevas tecnologías.
- Cuando el sector público promueve inversiones en parques de energía renovable en exceso a las necesarias para conformar una frontera eficiente en costos y seguridad de abastecimiento, con lo que está duplica inversiones y ‘encalla’ activos eficientes que no se han depreciado (posiblemente en generación a gas natural y algunas hidroeléctricas).

### **8. Necesidad de realismo y conveniencia de los compromisos NDC actualizados**

Con la actualización NDC 2020, el gobierno nacional se comprometió a reducir en 2030 el 51% de las emisiones de 2020 (llegar a 169 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente). En 2019, el consumo de energía primaria de Colombia fue 0,32% del total mundial, la mitad de nuestra participación en la población del planeta (0,65%). Ese mismo año, nuestras emisiones fueron de 1,74 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante, mientras que las de Suecia, Alemania y España fueron de 4,45, 8,52 y 5,58 tCO<sub>2</sub>/hab. Asumamos que el PIB crecerá al 4% anual durante la próxima década. La intensidad de CO<sub>2</sub> equivalente con respecto al PIB en Colombia es 0,12 tCO<sub>2</sub>/1000 USD. Asumamos también que en una década esta intensidad se reducirá a 0,08 tCO<sub>2</sub>/1000 USD.

Este es un nivel similar al de Suecia en 2019, país que dispone de amplios recursos para reducir la intensidad energética, incentivos en reducir las importaciones de hidrocarburos, alta inversión en I + D (3,41% del PIB en 2019, versus 0,24% del PIB en Colombia el mismo año), que no tiene problemas de emisiones en el sector AFOLU, y que demoró 15 años en reducir la intensidad de las emisiones en las cifras que se proponen de meta para Colombia. Con los supuestos anteriores, el PIB de Colombia pasaría de USD \$265 mil millones a USD \$392 mil millones, y sus emisiones de 291 a 313 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. En 10 años, el PIB aumentaría 48% con un aumento pequeño de las emisiones (7,4%).

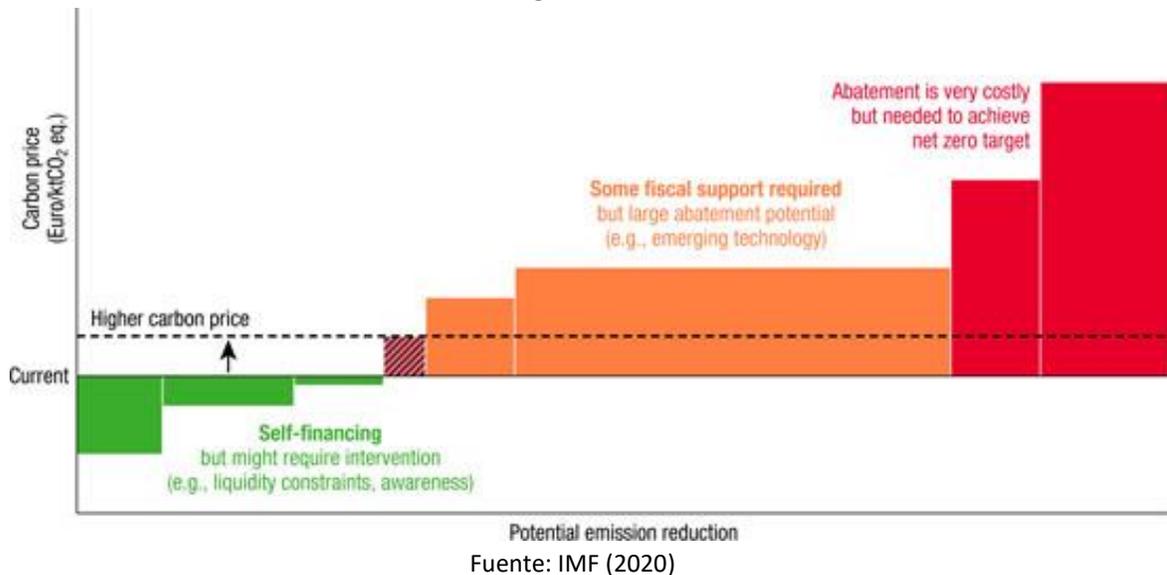
### **9. La mitigación enfrenta retos de coordinación, estructuración y movilización de fondos**

La mitigación captura la mayor parte de la atención de las autoridades y los financiadores climáticos, y es el asunto que tiene mayores avances en política pública en Colombia. Existen 4 grupos de barreras para la financiación de la mitigación, que se han discutido en parte en los mensajes previos:

- Institucionalidad que introduce grandes costos y tiempos de coordinación y que no están orientadas a la ejecución.

- No existe responsable en el estado para construir y mantener una cartera priorizada de intervenciones. La actualización de compromisos NDC se efectuó sin tener una cartera costeada y sin una estimación de esfuerzo fiscal. Cuando se dispone de una curva de costos marginales de abatimiento (MACC) actualizada y calculada con criterios homogéneos, en la que los insumos son intervenciones elegibles para una taxonomía aceptada, los privados, los financiadores privados y el sector público pueden ordenar y dimensionar sus esfuerzos, como explica el IMF (2020) en la Gráfica I.8.

**Gráfica I.8. Curva genérica de abatimiento**

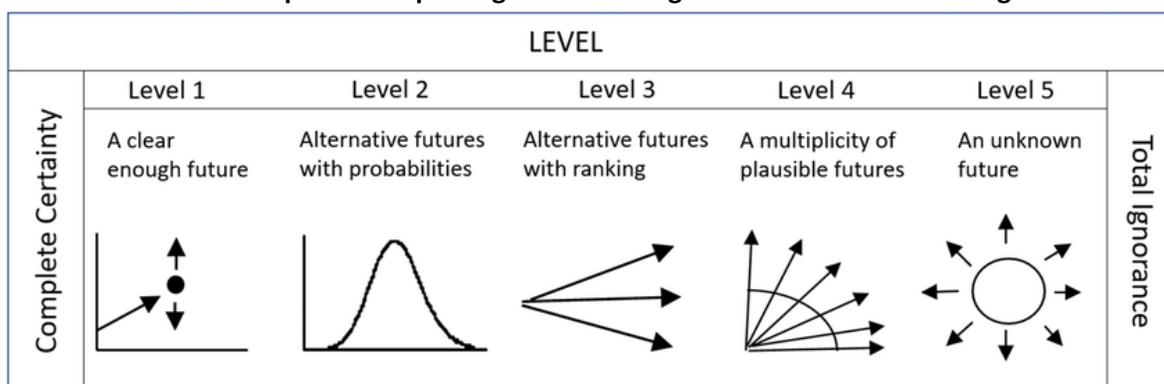


- La oferta y la demanda de financiación de intervenciones NDC están distanciadas por diversas fallas de mercado. Los inversionistas institucionales (fondos de pensiones y aseguradoras) pueden jugar un papel importante en inversión y gestión de riesgos.
- El sector público no ha establecido los montos anuales de apoyo ni su aplicación específica en financiación NDC.

## **10. La adaptación debe acercarse a la frontera de la práctica de gestión de los sistemas nacionales de riesgo**

La adaptación al cambio es un problema de gestión de riesgo bajo incertidumbre radical o profunda (Ver Gráfica I.9). Puesto que el cambio climático es un fenómeno que apenas refleja impactos registrados, se desconocen las distribuciones de probabilidad de ocurrencia de eventos climáticos y de las severidades respectivas en la mayoría de las amenazas en todo el mundo. Estas son condiciones de incertidumbre *radical* o *profunda*. La política y la gobernanza de la gestión de riesgo climático de Colombia son distantes de las mejores prácticas internacionales.

**Gráfica I.9. La adaptación requiere gestión de riesgo con diversos niveles de ignorancia**



Fuente: Sillman *et al* (2019)

Existen siete necesidades por cubrir en adaptación (que se discuten en la sección de diagnóstico transversal):

- Definir pilares de alto nivel de la política de gestión de riesgos del país (*resiliencia y anti fragilidad*).
- Definir una teoría del cambio en la gestión de desastres para Colombia y definir rápidamente una taxonomía funcional (no sectorial) de intervenciones alineada con la teoría del cambio.
- Definir una jerarquía de intervenciones (estratégicas, programas por tipo de taxonomía, proyectos específicos) y una asignación de responsabilidades públicas sectoriales y territoriales.
- Delinear los esfuerzos públicos por taxonomía (en relación con la retención admisible, manejo e inversiones, transferencia, y terminación de los riesgos). Sin esta decisión estratégica previa, la adaptación carece de coordinación y de eficiencia.
- Adoptar una arquitectura pública eficaz de gestión del riesgo climático y modelos de toma de decisiones najo incertidumbre profunda.
- Asignar riesgos y montos públicos de adaptación, definir instrumento de financiación y la tasa de descuento pública para adaptación (decreciente en el tiempo).
- Invertir en un programa ambicioso de investigación y desarrollo en tecnologías climáticas.

\*

¿Qué implican los compromisos de descarbonización actualizados en 2020 de Colombia en un marco de restricciones fiscales, menores márgenes de maniobra en descarbonización que los países desarrollados y capacidades limitadas? ¿Son realistas las metas de llegar a una reducción del 51% de emisiones en 10 años? Estos asuntos se discuten a continuación:

\*

De acuerdo con la anterior discusión y con los elementos discutidos en las secciones restantes, se recomienda insistir en los siguientes lineamientos de política pública:

- **Promover el consumo de energía.** Como se argumenta en la sección 1.1, para crecer y aumentar el bienestar, Colombia debe aumentar el consumo de energía por habitante (por lo menos duplicarlo), en un contexto en el que, al menos durante 20 años, *no toda la energía se va a electrificar, ni toda la electricidad se va a producir con fuentes renovables*. Los usos de alta densidad energética (calderas, transporte de carga) y la necesidad de continuidad y firmeza en generación eléctrica exigirán, en este período, aumentar el consumo de gas natural. La creación de un portafolio balanceado de oferta debe realizarse dentro de las prácticas de la Planeación Integrada de Recursos (IRP; Benavides y Cadena 2018).
- **Alinear la sostenibilidad fiscal con las metas de descarbonización.** La sostenibilidad fiscal debe estar alineada con las metas de descarbonización. Colombia no dispone de fondos públicos para invertir en proyectos de descarbonización con rentabilidad social negativa. Los proyectos de rentabilidad social negativa destruyen valor y reducen la tasa de crecimiento de la economía a través de diferentes canales. Todo proyecto de descarbonización debe pasar la prueba de creación de valor, mediante un análisis de costos y beneficios, y de gestión integral del riesgo.
- **Revisar las metas de descarbonización del país.** En la actualización de los compromisos NDC en 2020, Colombia no recalculó previamente la curva de costos marginales de abatimiento (MACC) para dimensionar las necesidades de financiación y disponer de un portafolio priorizado de proyectos. Se desconocen los montos de inversión para la descarbonización de Colombia. Todavía no se han apropiado los fondos públicos de una política climática en el marco fiscal de mediano plazo, ni se han evaluado los impactos de la financiación climática sobre el crecimiento económico. Por las restricciones fiscales de Colombia, el imperativo de crecer, el potencial de abatimiento, y los tiempos de construcción de capacidades, es prudente comprometerse con metas realistas en los acuerdos internacionales. De lo contrario, se podría afectar la credibilidad de futuros compromisos, con lo que se encarecerían y disminuirían los flujos de finanzas climáticas. La revisión de los compromisos requiere un análisis detallado de los costos actualizados, hacer explícitos los apoyos públicos, así como plantear un cronograma ajustado por velocidad de construcción de capacidades.

\*

Dentro del marco del proyecto NDC Action se debe contar con la priorización de 2 sectores por parte del gobierno para el desarrollo de mecanismos financieros. La Tabla I.1 propone alternativas de gran impacto sobre la economía, para discusión y definición en el corto plazo:

**Tabla I.1. Propuesta de intervenciones**

Sector	Pros	Contras
Eficiencia energética (incluyendo aprovechamiento de residuos de todo tipo)	Transversal, impacto rápido y visible en competitividad de la industria, el comercio y el turismo	Requiere delegación de sectores para que una nueva entidad gestione
Construcción sostenible	Gran impacto económico, sector que moviliza grandes inversiones y con mejora de la calidad de vida urbana	Requiere coordinación con autoridades municipales
Reforestación	Enfrenta un nicho clave de las emisiones AFOLU	Escala de inversiones y terrenos, incertidumbres de varios tipos
Electrificación de transporte masivo	Grandes cobeneficios (reducción de morbilidad y mortalidad)	Muchos sistemas están quebrados; restricción presupuestal y necesidades de coordinación con autoridades municipales

Fuente: elaboración propia

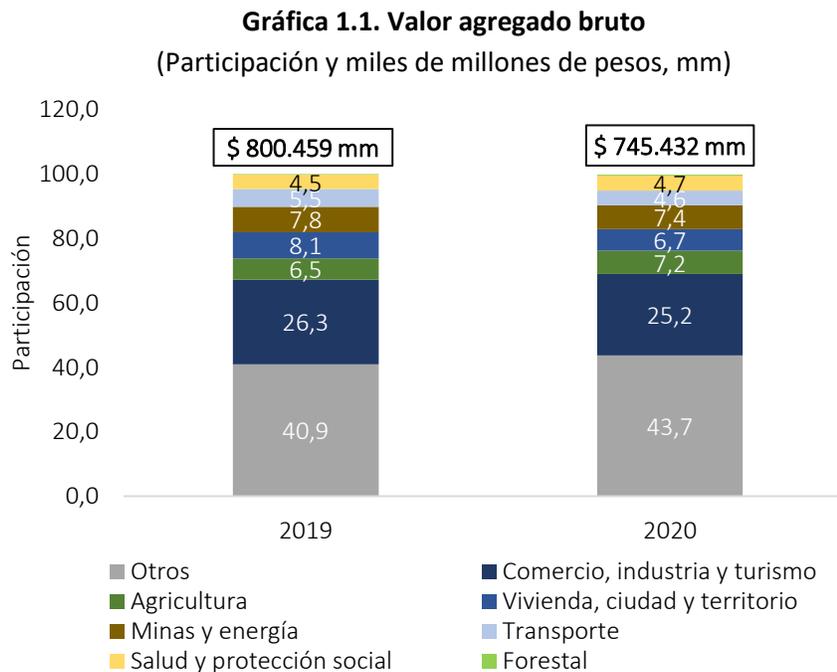
## Capítulo 1. Diagnósticos sectoriales

### 1.1 Información general

En esta sección se presenta información sobre el peso económico de cada sector, su estructura de industria y concentración (que sirve de medida aproximada de la facilidad o complejidad de promover acciones de financiación climática), sus emisiones y su consumo de energía.

#### PIB sectorial

En el periodo de 2009-2019, todos los 7 sectores del estudio presentaron un crecimiento positivo, siendo el sector de salud (4,5%), el único con una variación promedio superior a la del Producto Interno Bruto (3,5%), y los sectores de agricultura (2,8%) y comercio, industria y turismo (2,5%), aquellos con las menores variaciones en ese mismo rango de tiempo. Los sectores de minas y energía y vivienda presentaron periodos de tiempo recesivos en los que crecieron en promedio -6,1% (entre 2015-2018) y -3,7% (entre 2017-2019), respectivamente. Según su participación en el PIB, los sectores más importantes en 2020 fueron: el comercio, industria y turismo (25,2%), la agricultura (7,2%), el sector de vivienda, ciudad y territorio (6,7%), el sector de minas y energía (7,4%), el transporte (4,6%), el sector de salud y protección social (4,7%) y finalmente las actividades forestales y de silvicultura (0,3%); ver Gráfica 1.1.



Fuente: DANE.

Nota: La categoría otros incluyen información y comunicaciones, actividades financieras y de seguros, actividades inmobiliarias, actividades profesionales, administración pública y defensa, actividades artísticas y de entretenimiento.

El choque dual de COVID-19 y precios del petróleo, tuvo un impacto sin precedentes en la economía del país, donde los sectores más afectados fueron el transporte (-22,8%), vivienda (-23%), minas y

energía (-12,3%) y comercio, industria y turismo (-10,7%). Por su parte, la agricultura y las actividades forestales presentaron crecimientos de 2,4% y 1,8%, respectivamente.

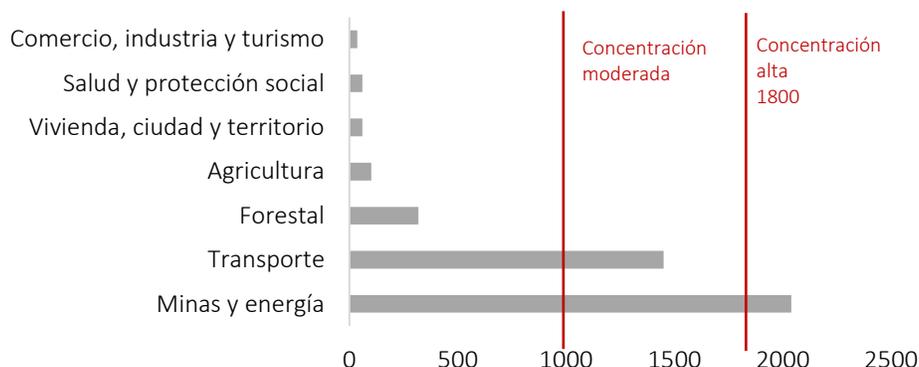
### Estructura de industria de los sectores

Para caracterizar la estructura de los mercados dentro de cada sector, se utiliza el índice de Herfindahl-Hirschman<sup>2</sup> (IHH) que mide la concentración económica en el mercado. El cálculo de este índice se realizó con base en las 10.000 empresas más grandes del país (Superintendencia Financiera de Colombia, 2019), y por tanto los resultados que se muestran a continuación podrían variar de incluir el universo total de empresas en el país.

De acuerdo con este índice, los sectores de comercio, industria y turismo, salud y protección social, vivienda, ciudad y territorio, agricultura y forestal se podrían considerar como mercados poco concentrados y, por tanto, más competitivos. En contraste sectores como transporte y, minas y energía registran niveles de concentración moderada y alta, respectivamente (

Gráfica 1.2).

**Gráfica 1.2. Índice Herfindahl-Hirschman de los sectores del estudio**



Fuente: elaboración propia con base en Fedesarrollo. (2021) *Descifrar el futuro* y Superintendencia de sociedades (10000 empresas más grandes de 2019)

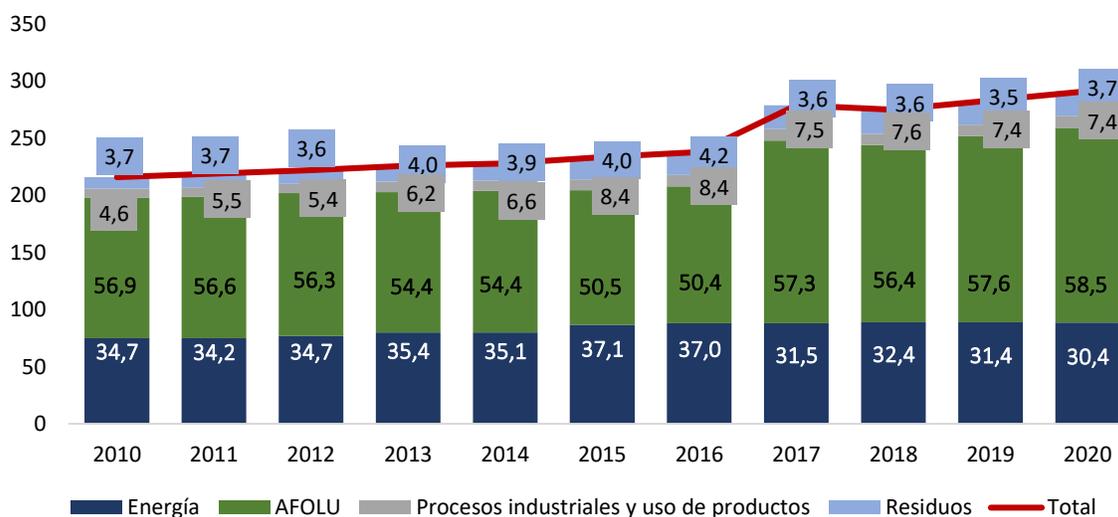
Con respecto al tamaño de las empresas de la economía del país, en 2014 el 99,9% eran microempresas, 0,05% eran pequeñas y 0,004% eran medianas y grandes (DNP, 2015). Comparando estas cifras con datos de la dinámica de creación de empresas de Confecámaras, en el periodo de enero a junio de 2021, la proporción de nuevas unidades productivas fue de 99,5% microempresas, 0,4% pequeñas empresas, y 0,1% medianas y grandes. Los informes de Confecámaras desde 2017 indican que estos porcentajes no han cambiado significativamente a nivel nacional y no varían mucho entre sectores. Respecto a la creación de empresas, los sectores más relevantes en la materia son comercio, industria y servicios, los cuales acumulan el 91,9% del total de nuevas unidades productivas.

<sup>2</sup> El índice Herfindahl-Hirschman va desde 0 hasta 10.000, donde 0 corresponde a un mercado perfectamente competitivo y 10.000 a un monopolio.

### Emisiones sectoriales

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los últimos 10 años han mantenido una tendencia creciente, siendo el 2017 el año en donde se registra la mayor variación anual (17,2%), la cual está asociada principalmente al crecimiento de emisiones en el sector AFOLU<sup>3</sup>. En niveles, el total de emisiones se ha mantenido alrededor de los 246 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en este mismo periodo. El documento de la actualización de la NDC publicado en 2020 reporta las emisiones de acuerdo con la clasificación de la IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). En este documento se muestra que las proporciones de emisiones por sector no han cambiado sustancialmente en los últimos años. La Gráfica 1.3 se evidencia la amplia contribución del sector AFOLU al total de emisiones, siendo alrededor del 58% de las emisiones en 2019, seguido por el sector de energía (31,4%).

**Gráfica 1.3. Emisiones 2010-2020**  
(Mt CO<sub>2</sub>eq y participación por sector)



Fuente: actualización de la NDC (2020).

El sector AFOLU es el único que contribuye tanto a emisiones como a absorciones de millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Dentro de este sector<sup>4</sup>, las mayores emisiones provienen de (1) la deforestación de bosque natural que se convierte en tierras forestales y pastizales, y (2) el ganado por la fermentación entérica, que en conjunto representan más del 50% de las emisiones en el sector. Respecto a las absorciones, estas se originan principalmente en la regeneración del bosque

<sup>3</sup> Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra por sus siglas en inglés (Agriculture, Forestry and Other Land Use).

<sup>4</sup> El IDEAM no incluye la absorción de emisiones del bosque natural permanente por su alto grado de incertidumbre en el cálculo, asociado a la heterogeneidad y diferentes grados de gestión de los bosques colombianos.

natural, el crecimiento de las plantaciones forestales y otros cultivos como el café. Finalmente, en el sector de energía las mayores emisiones provienen del sector transporte, seguidas por las industrias de la generación de energía.

Otro indicador relevante es la intensidad de las emisiones por sector, para esto se calcularon las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por dólar de PIB en PPA<sup>5</sup>. En el año 2015 este indicador tuvo el valor de 0,3 Kg de CO<sub>2</sub>eq/USD y ha venido aumentando hasta ubicarse en 0,4 Kg de CO<sub>2</sub>eq/USD en 2020, lo que indica que las emisiones por dólar de PIB generado en lugar de disminuir han aumentado. En comparación con los datos a nivel mundial, según el Banco Mundial, en 2015 este indicador era de 0,29 y en 2018 de 0,26, indicando una reducción de la intensidad de emisiones por PIB. Sin embargo, es válido aclarar que esta fuente de datos subestima sustancialmente el total de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, puesto que no incluye las emisiones provenientes de otros gases de efecto invernadero (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>).

**Tabla 1.1. Intensidad de emisiones por PIB**  
(Kg de CO<sub>2</sub>eq por dólar de PIB en PPP)

	2015	2020
Energía	1,5	1,8
Procesos industriales y uso de productos	0,1	0,1
AFOLU	3,3	3,1
Residuos	1,6	2,7
Total	0,3	0,4

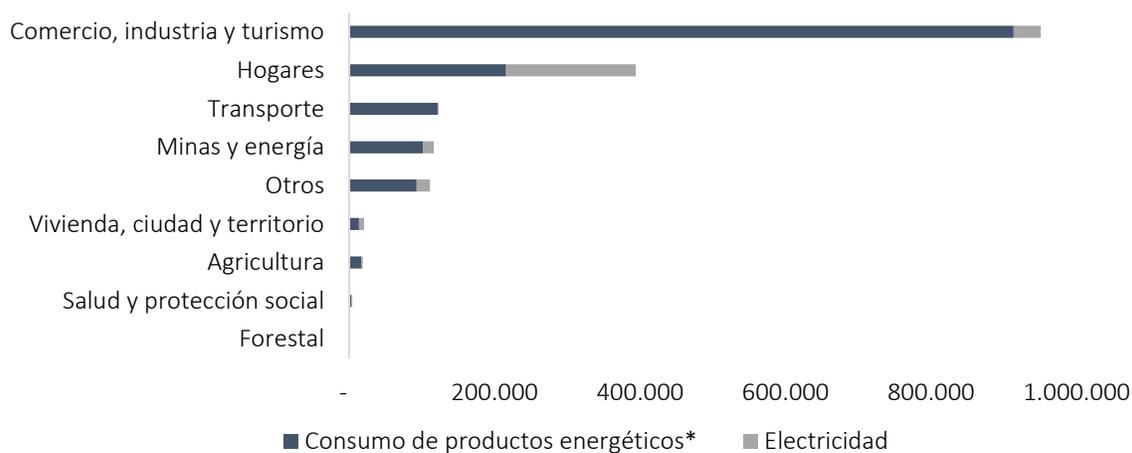
Fuente: IDEAM y DANE.

### Consumo de energía por sector

El consumo de energía por sector refleja que el 55% de la demanda proviene del sector de comercio, industria y turismo y el 23% de los hogares. Respecto a la comparación entre fuentes de energía, mientras que la mayor parte de productos energéticos es consumida por el sector de comercio, industria y turismo, la mayor parte de la energía eléctrica la consumen los hogares. Otros sectores como el transporte y el sector de minas y energía demandan más del 90% de su consumo en productos energéticos y apenas un 10% en energía eléctrica (Ver Gráfica 1.4). Finalmente, respecto al indicador de intensidad energética, de acuerdo con el Plan Energético Nacional (2019), en 2015 este se ubicó en 2,26 MJ/USD, nivel que se encuentra por debajo del promedio mundial 5,44 MJ/USD y por debajo de otros países de la región como Chile, México, Ecuador, Bolivia y Perú.

<sup>5</sup> Paridad de Poder Adquisitivo.

**Gráfica 1.4. Consumo de energía por sector 2019**  
(Terajulios)



Fuente: Cuenta Satélite Ambiental (DANE).

Nota: Los productos energéticos incluyen carbón, gas, petróleo y productos derivados del petróleo. De acuerdo con este mismo documento la meta para reducir este indicador está calculada en kJ/COP, siendo el dato más reciente en 2019 con un nivel de 2,29 kJ/COP (UPME, 2020). Partiendo de estas mismas unidades de medida y de acuerdo con nuestros cálculos, los sectores con mayor intensidad energética son comercio, industria y turismo (4,8 kJ/COP), transporte (3,0 kJ/COP) y minas y energía (1,8 kJ/COP). Los dos primeros tienen una intensidad mayor al total nacional.

## 1.2. Energía

### Caracterización del sector

Colombia es un país exportador de carbón y petróleo (bienes básicos que aportan a los ingresos fiscales del país), pero importa gas natural. La oferta de energía del país se ha modificado de manera importante desde 1995:

- A nivel de energéticos primarios se observa el incremento de la participación del gas natural, que pasó de representar menos del 3% 1975 a ser el 16% en 2018, como resultado del Plan de masificación.
- La leña pasó del 41% al 8% en el mismo período, como resultado de las políticas de energización rural y la mejora del ingreso de la población en estas zonas del país.
- El carbón ha mantenido una participación estable y reducida en la canasta energética nacional.
- A nivel de energéticos secundarios se observa el incremento de la participación de la electricidad y del diésel: el primero pasó de ser el 5% de la canasta a ser el 17% (en parte por el aumento de la cobertura), y el segundo del 4% al 21% en el mismo periodo (por el aumento del consumo en transporte y la diferencia de precios relativos frente a la gasolina).
- La gasolina tuvo una participación creciente hasta 1995, cuando comienza a disminuir por el aumento de las motos dentro del total del parque automotor.

La Gráfica 2.1 presenta la evolución de la canasta de energéticos primarios y secundarios empleados de consumo final. Este consumo pasó de 735 PJ en 1975 a 1435 PJ en 2018. La tasa de crecimiento anual promedio en este periodo de 43 años fue de 1,35%.

De acuerdo con BP (2021), en 2020:

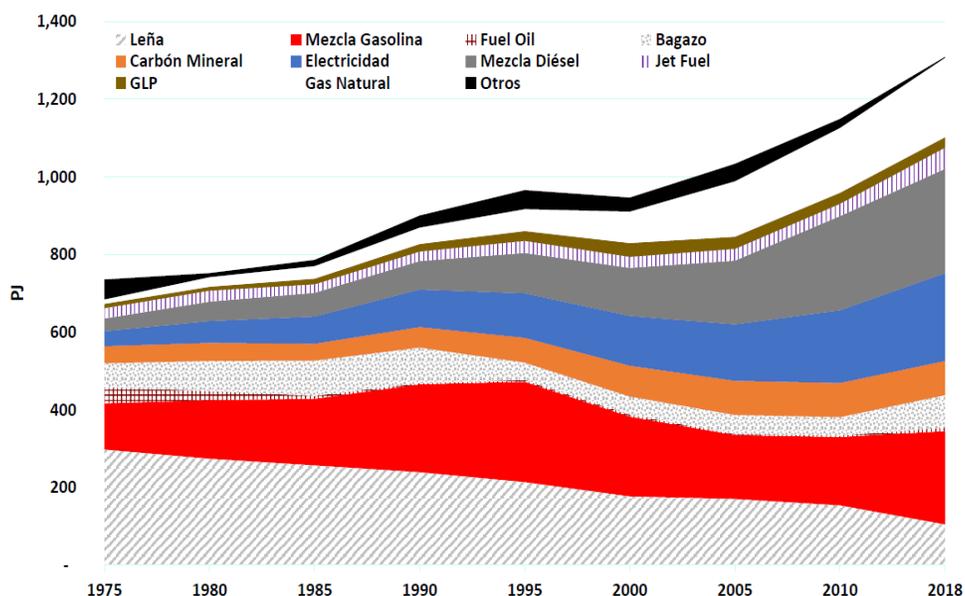
- Colombia consumió 1,77 EJ<sup>6</sup>, que equivale al 0,31% del consumo mundial, mientras que la población de Colombia (Banco Mundial 2021) representa el 0,65% del mundo (50,88 millones de 7.783 millones).
- El consumo per cápita de Colombia fue de 34,7 EJ/hab, inferior, que es inferior al promedio de América Latina (50 EJ/hab) y es casi la mitad del promedio del consumo per cápita mundial (74,1 EJ/hab).

En 2019, el consumo per cápita de electricidad de Colombia fue de 1.385 kWh/hab, en contraste con Estados Unidos (12.154 kWh/hab), Brasil (2.830 kWh/hab), México (2.100 kWh/hab) y Argentina (2.782 kWh/hab).

---

<sup>6</sup> 1 EJ (exajulio) = 10<sup>18</sup> julios.

**Gráfica 2.1. Evolución de la canasta de consumo de energía en Colombia 1975 - 2018**



Fuente: BECO, UPME 2018

Fuente: Ramírez, Presentación del PEN (2020)

A continuación se discute la estructura de industria de la oferta primaria y secundaria de energía para el carbón, el petróleo, el gas natural, los combustibles y la generación de electricidad, que en todos los casos es concentrada en la oferta, y es concentrada en el lado de la demanda de los sectores regulados (gas y electricidad).

El **carbón** ha tenido gran peso en las exportaciones (ha representado hasta el 25% del total de las exportaciones del país), pero representa el 2% del PIB del país. La gran mayoría de la producción del carbón (90%) proviene de El Cesar y La Guajira. El carbón de exportación se produce por BHP-Billiton, Xtrata, Drummond, Glencore y Anglo-American. Las perspectivas exportadoras del carbón van hacia la baja (e.g., la firma Prodeco solicitó al comienzo de 2021 el cierre de operaciones). El restante 10% del carbón térmico se produce para consumo doméstico en el interior del país (Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Valle, Norte de Santander, Casanare, Cauca y Santander), mediante producción artesanal, y a pequeña y mediana escala, en municipios con menores índices de necesidades insatisfechas que el resto de los municipios del país.

De acuerdo con la información de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), el **petróleo** es el primer producto de exportación de Colombia, con un 55,4% del total de exportaciones, y el principal contribuyente a las finanzas públicas. En 2020, el 85% del petróleo fue extraído por cinco compañías, medido en barriles promedio día calendario (Bpdc) (La República 2021): Ecopetrol (453.7 mil, 60,39%); Geopark (57.5 mil, 7,65%); Frontera (52.14 mil, 6,94%); OXY (51.4 mil, 6,84%); y Gran Tierra (24 mil; 3,20%).

La producción de **gas natural** en Colombia en 2019 se repartió de la siguiente manera, medida en millones de pies cúbicos diarios (Mpc/d) (Bnamericas 2020): Ecopetrol (414, 51,75%); Chevron (182, 22,75%); Geoproducción (85,8, 10,73%), CNE (59,5, 7,43%) y Hocol (44, 5,5%). Desde finales de 2019, Hocol es parte de la producción de Ecopetrol. Los principales compradores de gas de 2019 fueron Gas Natural (220 Mpc/d), Gases del Caribe (116 Mpc/d), Gases de Occidente (106 Mpc/d), Surtigas (86,6 MMpc/d) y EPM (73,8 MMpc/d). El principal comprador de gas para generación termoeléctrica fue Termobarranquilla, con una demanda de 88,6 MMpc/d, seguido por Prime Termoflores (33,5 Mpc/d), Generadora y Comercializadora de Energía del Caribe (7,7 Mpc/d) y Termonorte (7,5 Mpc/d).

Los **combustibles líquidos** (gasolina para motores, jet, diésel/ACPM) se producen en las refinerías de Ecopetrol. Según la SIC (2020), la refinería de Barranca aporta el 62% de las gasolinas y el 55% del ACPM, y la refinería de Cartagena aporta el 16% de las gasolinas y el 34% del ACPM. Por restricciones logísticas de transporte y acceso a refinerías, y de calidad, por cada 100 barriles de gasolina demandados por los consumidores 22 fueron importados, y por cada 100 barriles de ACPM demandados por los consumidores en el país 11 fueron importados. La distribución de combustibles líquidos se realiza a través de una estructura industrial compuesta por actores en distribución mayorista y minorista. A nivel nacional, los cuatro principales actores en distribución mayorista y sus porcentajes sobre ventas totales son Terpel (40,5%), Primax (22,7%), Chevron-Texaco (11,2%) y Biomax (9,4%), que explican el 83,9% del total nacional<sup>7</sup>.

En 2020, Colombia tenía una capacidad instalada total de 17.350 MW de **generación eléctrica** (68% hidroeléctrica, 31% con gas natural y combustibles líquidos). La producción de energía renovable mediante paneles solares y turbinas de viento se está impulsando mediante incentivos fiscales y tributarios (sin cláusulas de interrupción de los subsidios cuando estas tecnologías ya sean competitivas), y el uso de mecanismos de subastas para la asignación contratos de largo plazo. En los próximos 2 años entrarían en operación comercial cerca de 2.500 MW de parques solares fotovoltaicos + eólicos, más 5,000 MW de parques de la misma naturaleza para la demanda no regulada en octubre de 2021 (tercera subasta), y hasta 2.400 MW de capacidad hidroeléctrica, con alta incertidumbre (i) en el éxito del proceso de 'licencia social' para construir y operar plantas, centrales eléctricas y enlaces de transmisión de parques energéticos no convencionales en La Guajira; y (ii) sobre el alcance del deterioro físico y comercial (*impairment*) de Hidroituango. En el mercado mayorista están registrados 56 generadores, 31 operadores de red y 93 comercializadores (XM 2021). Las tres empresas más grandes en capacidad instalada de generación explican el 52% del total de MW instalados (EPM, Isagen y ENEL-EMGESA).

---

<sup>7</sup> Para propósitos ilustrativos: con ventas mensuales de combustibles líquidos entre 150 y 160 millones de galones, los ingresos anuales por el impuesto al carbono (USD \$5/ton CO<sub>2</sub>) en este segmento podrían ascender a USD \$200 millones. Los recaudos de este impuesto van al Fondo Colombia Sostenible, que financia proyectos de conservación ambiental y productivos en zonas afectadas por la violencia.

## Resultados de las entrevistas (entendimiento y opinión de Fedesarrollo)

- La UPME tiene las capacidades técnicas y de modelaje, trayectoria y perspectivas suficientes para identificar y costear las principales intervenciones de mitigación al cambio climático en *el lado de la demanda de energía* (muchas de ellas son comunes a todos los sectores). La compilación de tipo *bottom-up* de intervenciones de mitigación por parte de las autoridades sectoriales, sin capacidades propias, sin taxonomías preacordadas y sin que la descarbonización sea una prioridad sectorial, excepto en el caso de la presencia de cobeneficios claros e inmediatos, produce listas que carecen de credibilidad para los financiadores en el lado de la demanda de los demás sectores.
- El Plan Energético Nacional (PEN) que se acaba de publicar NO incluye la actualización de las NDC. El PEN se actualizará en 2022.
- Los nichos de mayor facilidad e importancia de implementación de proyectos en oferta y demanda de energía, durante los próximos 20 años son: (i) en el lado de la oferta, las FNCER y el H2 verde y azul; (ii) en el lado de la demanda: la electromovilidad en transporte<sup>8</sup> y la introducción de HE en transporte de carga interurbana; la *eficiencia energética residencial y en edificaciones* (sustitución de leña, a pesar de que no sea por secuestro de carbono; neveras; LED); la *eficiencia energética en la industria* (mejoras en las prácticas, gestión, cambios de carbón a gas, a electricidad).
- El concepto de eficiencia energética ha ido mejorando en el tiempo. Anteriormente, el foco en manufactura era el cambio de equipo, y ahora es la optimización del proceso (la cadena de producción). Muchas medidas de eficiencia energética no requieren, o requieren bajo CAPEX (en algunos casos el período de repago (*payback period*) es de 3 meses. La oferta financiera para equipos individuales, o sin acompañamiento para reducir los riesgos, no es atractiva para el lado de la demanda.
- La Norma Internacional ISO 50001 de Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) se ha posicionado como metodología que permite alinear las capacidades organizacionales con las oportunidades generadas por el entorno.
- La taxonomía de intervenciones en demanda de energía debería simplemente adoptar la norma ISO 50001, dada su reputación y eficacia para ordena la intervención (línea base, línea meta, indicadores).
- Los grandes consumidores de gas y electricidad se quejan de la ausencia de información sobre las oportunidades de financiación eficiencia o descarbonización, carecen de capacidades de costeo y estructuración de proyectos en estos rubros, enfatizan los costos y riesgos ocultos de la adopción de tecnología, y les preocupa el impacto del impuesto al carbón, tanto en nivel como en volatilidad. Quienes han efectuado análisis más detallados encuentran que los incentivos son insuficientes y que hay no hay problemas con los precios y la oferta de los actuales combustibles. Enfatizan los riesgos de la tercera subasta de renovables, donde se ven obligados a comprar centralizadamente el 10% de su consumo,

---

<sup>8</sup> El principal cuello de botella en el cambio de flota en transporte de carga es su organización industrial (predominan los propietarios de 1-2 pequeños camiones con ingresos bajos e inciertos, lo que impide que sean sujetos de crédito).

cuando ya algunos han decidió invertir directamente en paneles para electrificar una parte de su consumo interno. También expresan preocupación porque el gas importado por Buenaventura margine en el mercado spot de electricidad, y porque los contratos de la tercera subasta se vuelvan no competitivos a medida que los costos de las FNCER se reduzcan en el tiempo.

- Ecopetrol se ha comprometido en la reducción de sus emisiones, para lo que ha adoptado una hoja de ruta de eficiencia energética y reemplazo de equipos ineficientes. Adicionalmente, incorporará capacidad de generación FNCER, que pueden incluir paneles solares, parques eólicos y geotermia, además de biocombustibles, y soluciones de compensación basados en la naturaleza. Ecopetrol tiene opciones de captura y secuestro de carbono en sus yacimientos, pero advierte que esta actividad tiene gran incertidumbre jurídica para atraer grandes inversiones. Por ejemplo, la captura y secuestro de carbono quedó con beneficios de estatuto tributario, pero no de Ley. A mediano plazo, incursionará en H2. Encuentra que el H2 verde tiene potencial como materia prima en refinación, fertilizantes y refinación de acero, y en aviación y en transporte pesado, donde se requiere la molécula (densidad); y que el H2 azul tiene un papel en combinación con la captura de CO<sub>2</sub>. También incursionará en actividades de transición (que no se clasifican dentro de las taxonomías verdes), como las técnicas de recobro mejorado, indispensables para dinamizar la producción de crudos pesados.

### **Las taxonomías internacionalmente aplicadas en el sector**

La Unión Europea (UE) ha definido cuatro criterios para que una actividad se pueda considerar como 'sostenible ambientalmente' (Watson Farley & Williams 2021; EU 2020) y es un estándar que se usa en otras jurisdicciones como orientación para definir taxonomías:

- Contribución sustancial a por lo menos uno de los siguientes objetivos ambientales (mitigación del cambio climático, adaptación al cambio climático, protección y uso sostenible de recursos hídricos y marítimos, transición a una economía circular, control y prevención de la contaminación, y protección y restauración de los ecosistemas y la biodiversidad. Las contribuciones pueden provenir de 3 canales: (i) mejora del desempeño propio; (ii) actividades habilitantes; y (iii) actividades de transición.
- No-daño significativo en ninguno de los anteriores objetivos ambientales antes enunciados.
- Cumplimiento de las salvaguardias mínimas (por ejemplo, por ejemplo, las directrices de la OCDE sobre empresas multinacionales y los principios rectores de las Naciones Unidas sobre empresas y derechos humanos).
- Cumplimiento de los "Criterios de Elegibilidad Técnica" (Technical Screening Criteria, TSC).

Los TSC son criterios uniformes para determinar si una actividad contribuye sustancialmente a cada objetivo ambiental, y para determinar si una actividad puede causar daño significativo a cualquiera de los objetivos ambientales. Los TSC se definen por un equipo de expertos (Technical Expert Group, TEG). La sección 4 de los anexos de la Regulación de las Taxonomías establece criterios para la construcción y operación de diferentes tecnologías de generación de electricidad, incluyendo energía solar fotovoltaica, energía solar concentrada, energía eólica, energía oceánica, energía

hidroeléctrica, geotermia, combustibles gaseosos y líquidos y bioenergía. Sin embargo, va más allá en el ámbito energético, al aportar criterios para:

- Construcción y explotación de redes de transmisión y distribución, instalaciones de almacenamiento de electricidad, instalaciones de almacenamiento de energía térmica, e instalaciones de almacenamiento de hidrógeno.
- Fabricación de biogás y biocombustibles para su uso en el transporte.
- Reorientación del uso de las redes de gas o construcción de tuberías para el transporte de gases renovables y de bajo contenido de carbono como el hidrógeno.
- Construcción y explotación de redes urbanas de calefacción y refrigeración.
- Cogeneración de calefacción/refrigeración y energía a partir de diferentes tecnologías renovables.

La taxonomía de la UE en mitigación incluye diferentes modalidades de eficiencia energética y tecnologías bajas en carbono tales como bombas de calor, diferentes modalidades de cogeneración, construcción y refacción de viviendas sostenibles, y aprovechamiento de diferentes tipos de residuos, pero de manera desarticulada. Esta es una limitación de la clasificación de la UE, que insiste en asignaciones sectoriales, a pesar de que algunas son transversales a muchos sectores CIUU. Además, algunas asignaciones sectoriales son confusas. Por ejemplo, la captura y el secuestro de carbono y el reciclaje están en el sector de agua y saneamiento. La ausencia de orientación funcional hace perder economías de alcance en estructuración. La regulación de la taxonomía de la UE viene acompañada de obligaciones de publicación de información (*disclosure*) sobre la financiación de inversiones sostenibles por parte de las compañías reales, y por parte de las entidades que financian.

### **Las intervenciones en energía propuestas en la actualización NDC 2020 y la taxonomía propuesta por la SFC**

El documento de actualización de la NDC 2020 incluye 4 grupos de medidas de mitigación en el sector de Minas y Energía, desde el lado de la oferta de energía, que removerían, en el caso optimista, 14 Mt CO<sub>2</sub>eq:

- Eficiencia energética en producción. Lineamientos de optimización del despacho de electricidad, con el fin de aumentar la eficiencia de las centrales y reducir emisiones de GEI de forma costo-efectiva, sin afectar las condiciones del mercado eléctrico ni la confiabilidad. Las medidas pueden incluir la electricidad, los hidrocarburos y la minería.
- Emisiones fugitivas. Lineamientos en la gestión de las emisiones fugitivas de la cadena de los hidrocarburos, aprovechar el gas natural capturado para usos diferentes a la energía, y fomentar su aprovechamiento para que las actividades de estos sectores sean sostenibles y rentables.
- Gestión de la demanda. Reducción de la diferencia de consumo de energía eléctrica entre horas pico y valle, promover la generación de energía eléctrica en horas valle con fuentes no contaminantes, y promover redes inteligentes y las tarifas dinámicas.
- Generación de electricidad. Diversificación de la matriz energética, promoción de la autogeneración con fuentes alternativas, transformación de la generación en las Zonas No

Interconectadas. Esto requiere la armonización de los requisitos ambientales para el desarrollo de las FERNC (fuentes de energía renovable no convencionales).

La taxonomía propuesta por la SFC incluye 17 actividades económicas y activos en generación calefacción y enfriamiento, transmisión, distribución y almacenamiento de energías renovables:

- Las actividades/activos EGE1 a EGE7 incluyen la generación con solar fotovoltaica, energía solar concentrada, eólica, oceánica, hidroeléctrica, geotérmica, y a partir de biomasa, biocombustibles y biogás.
- La actividad ED8 se refiere a la transmisión y distribución de electricidad de fuentes renovables.
- Las actividades EA9 a EA11 se refieren al almacenamiento de electricidad, energía térmica e hidrógeno bajo en carbono.
- La actividad EM12 es la manufactura de biomasa, biocombustibles y biogás.
- Las actividades EC13 a EC16 se refieren a la cogeneración de calor/frío y energía con energía solar concentrada, geotérmica, a partir de biomasa, biocombustibles y biogás, y con calor residual.
- La actividad ED17 incluye los distritos térmicos.

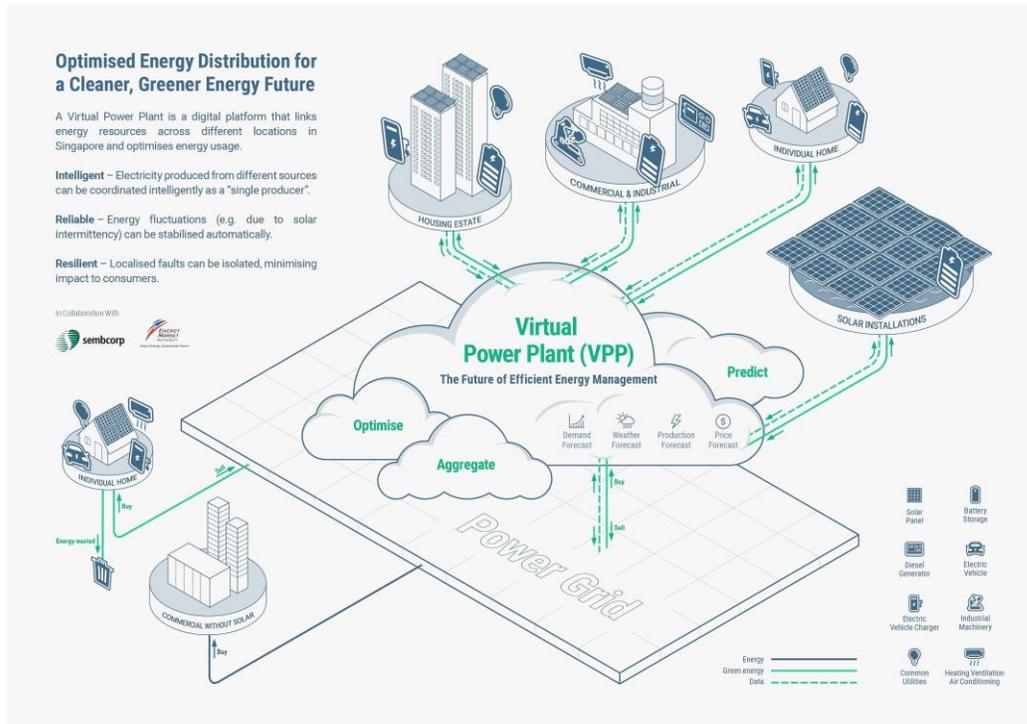
Como comentarios a las propuestas de la actualización y de taxonomía de la SFC, se tiene que:

- Los costos unitarios de la generación con FNCER ya son competitivos con respecto a las fuentes convencionales y no requieren los estímulos tributarios de la Ley 1715. Estos estímulos deben suspenderse y orientarse a financiar intervenciones de mitigación, especialmente en el lado de la demanda.
- La gestión de la demanda debe ser un subconjunto de la *eficiencia energética* o del *modelo de agregación de recursos energéticos descentralizados* (DER), que por su naturaleza multisectorial no quedan contemplados en la taxonomía, con el riesgo de quedar por fuera del radar. El aprovechamiento de las DER se basa en una fuerte base digital y utiliza innovación en negocios a través de la figura de agregador o planta virtual de potencia (VPP en inglés). Las VPP son el instrumento más importante para extraer el valor económico de los recursos energéticos descentralizados. La agregación y el control de DER permiten gestionar la interacción con el mercado mayorista de electricidad como una opción real: se inyecta energía a T cuando los recursos locales son más económicos que los del sistema, se compra al mercado mayorista en caso contrario. Por su parte, el balance de la producción y el consumo locales permite a los consumidores controlar su patrón de consumo, reducir su factura, y vender servicios de flexibilidad extra a los operadores de redes. *Esta optimización ahorra recursos y disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub>*. Los servicios de flexibilidad benefician (i) a la distribución, al reducir las restricciones de red locales y diferir inversiones por optimización; (ii) a los operadores de transmisión, al vender servicios auxiliares y de balanceo que mejoran la operación del sistema interconectado; y (iii) a los generadores del mercado mayorista, porque pueden disponer de recursos adicionales para minimizar sus

costos de desbalance. Esta característica dificulta encasillar los DER en términos convencionales.

- Las VPP tienen mayores cobeneficios que la gestión de la demanda pura, por la oportunidad de monetizar en tiempo real las oportunidades de arbitraje por la conexión o desconexión de muchos artefactos en el lado de la demanda, con uso de inteligencia artificial e internet de las cosas. La Gráfica 2.2 muestra la arquitectura de una VPP, que juega un papel de orquestación de múltiples recursos heterogéneos.

**Gráfica 2.2. Arquitectura de una VPP**



Fuente: EMA (2019)

- Las emisiones de CO<sub>2</sub> por kWh en generación eléctrica de Colombia son muy bajas, como muestra la Gráfica 2.3 (83% inferiores al promedio mundial). La contribución principal de la optimización de la producción y de la diversificación de la generación que se propone en la actualización NDC será reducir el riesgo de abastecimiento, pero no las emisiones totales (es un efecto de segundo o tercer orden).

Gráfica 2.3. Comparación de las emisiones de CO<sub>2</sub>/kWh de Colombia con las de otros países



Fuente: Highcharts.com (2021).

- El aprovechamiento de residuos (no producción) de biomasa con el uso de *biorrefinerías* es parte tanto de las optimizaciones de los sectores agrícola y forestal, como de generación de electricidad y producción de combustibles sintéticos con nulo o bajo impacto en la adición de GEI. Colombia tiene las condiciones para producir biorrefinería de residuos para la América Tropical y Subtropical, con grandes cobeneficios en diversificación de productos con alto contenido tecnológico y en la sostenibilidad ambiental de los territorios.

\*

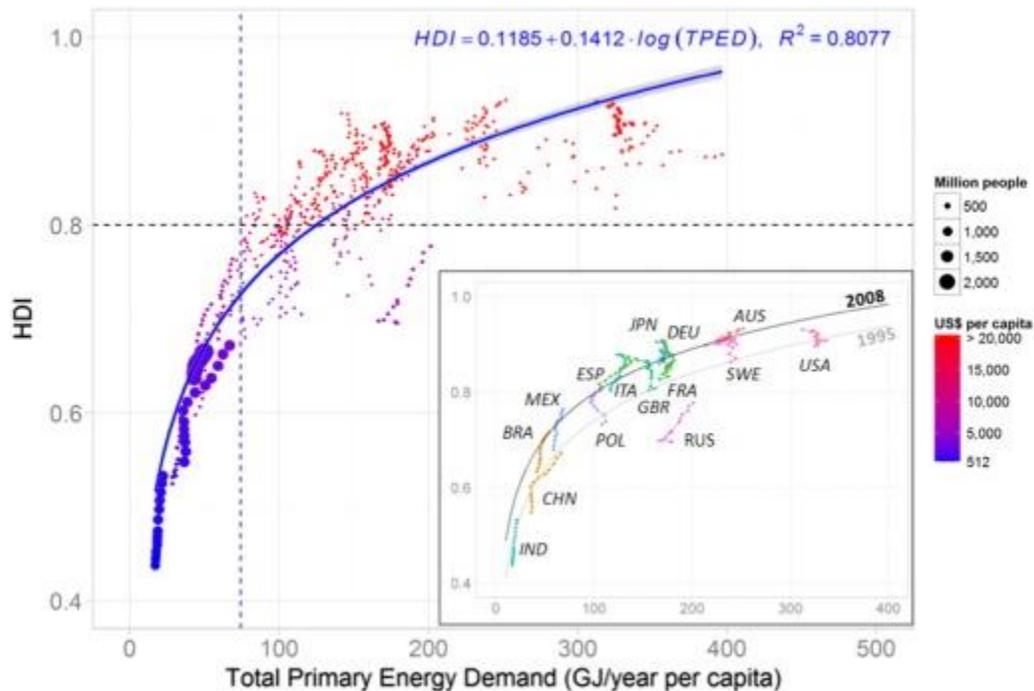
#### Apéndice: interacción entre política energética e intervenciones de mitigación

Las inversiones en mitigación del sector se inscriben en el marco de (i) la necesidad de aumentar el consumo per cápita de energía en Colombia, (ii) migrar a una metodología de construcción de portafolio que balancee los atributos de cada energético (sin incurrir en el error de financiar solamente las FNCER), (iii) entender que las inversiones en descarbonización son descomunales, y (iv) entender que el *driver* de las transiciones energéticas proviene del lado de la demanda.

**Bienestar, consumo de energía y descarbonización.** La experiencia internacional encuentra una correlación alta entre consumo de energía y bienestar: los países con un consumo de 100 GJ o más por habitante muestran un Índice de Desarrollo Humano superior a 0,8 (Ver Gráfica A2.1). Colombia

debe apostar a por lo menos duplicar su actual consumo de 31 GJ/hab en 10 años (está localizada en la parte inferior izquierda de la curva).

**Gráfica A2.1. Consumo de energía per cápita e Índice de Desarrollo Humano**



Fuente: Arto et al (2016)

**En 20 años, no toda la energía se electrificará ni toda la electricidad será renovable.** Los atributos de cada fuente de energía son variados. Como se observa en la Tabla A2.1, no existe un único recurso primario o secundario que domine sobre las demás en todos los atributos. Las tecnologías renovables no convencionales (eólica y solar fotovoltaica) no pueden suministrar energía continua ni predeciblemente, a pesar de sus ventajas de costo y reducción de emisiones. Eventualmente, se requiere invertir en almacenamiento (de costos 5 o 6 veces más altos que el de la energía promedio actualmente) o en fuentes convencionales. En transporte interurbano o intercontinental, se requiere densidad de energía por unidad de volumen, y en este caso, la fuente eficiente en el corto y mediano plazo serán los combustibles fósiles (el H2 está todavía lejos de ser comercial). Por lo anterior, no se debe apostar a que las FNCER son la solución central de la descarbonización, ni se puede seguir expandiendo la oferta solamente con el contexto de mínimo costo. Esto implica migrar hacia la planificación integrada de recursos (IRP) para construir un portafolio balanceado de fuentes energéticas primarias e integrar el lado de la demanda con principios de economía circular.

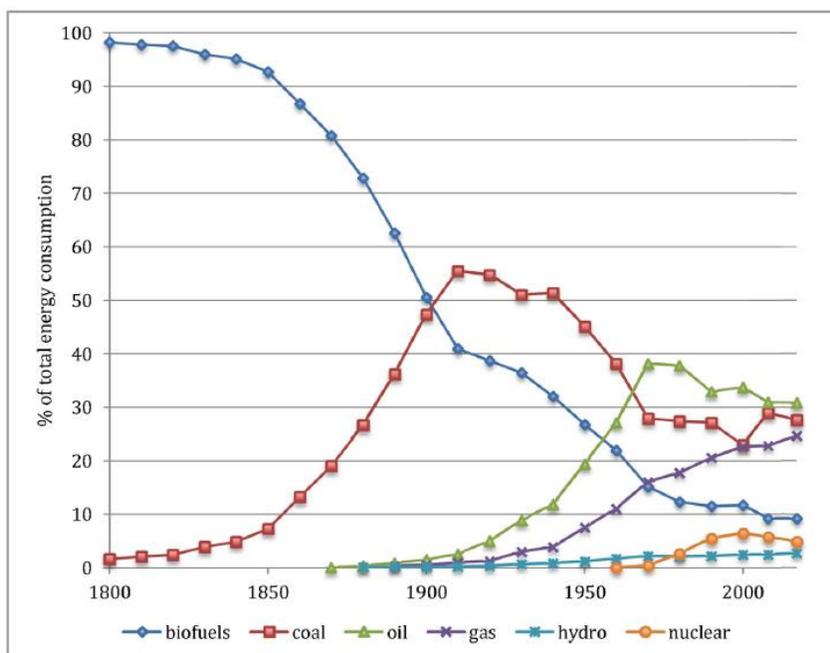
**Tabla A2.1. Comparación de los atributos de los energéticos primarios y secundarios**

Fuente	Costo de producción	Costo de almacenamiento y transporte	Riesgo de disponibilidad	Densidad de energía y potencia (energía unidad por volumen o de tiempo)	Contaminación	Agotamiento de recursos
Carbón	Competitivo en industria	Competitivo	Bajo	Alta	Alta	Sí a largo plazo
Gas natural	Competitivo en industria	Competitivo	Bajo	Alta	Alta	Sí a largo plazo
Hidrógeno	No competitivo	No competitivo	Bajo	Alta	Baja	No
Gasolina y diésel	Competitivo en transporte a largas distancias	Competitivo	Bajo	Alta	Alta	Sí a largo plazo
Hidroelectricidad	Competitivo	Embalses; costo depende de la distancia, pero poco del volumen	Bajo con embalses mensuales o superiores	Baja	Baja	No
Termoelectricidad	Competitivo en los picos de demanda y en ausencia de otras fuentes	Competitivo Por su densidad volumétrica	Bajo	Baja	Alta	Sí a largo plazo
Electricidad renovable no convencional (paneles solares, eólica)	Competitivo cuando está disponible	No competitivo	Alto	Baja	Baja	No
Nuclear	Competitivo	No competitivo; debe volverse electricidad	Bajo	Baja	Media	No
Baterías	No competitivo	No competitivo	Restringida a duración de la batería	Baja	Media	No

Fuente: elaboración propia

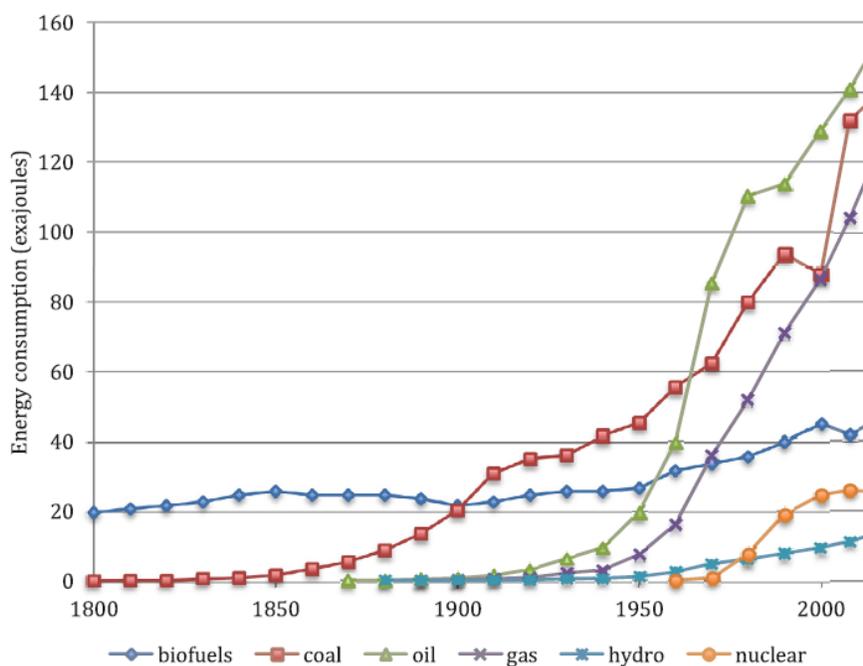
**Las características de las transiciones energéticas en la historia.** Existe gran confusión y desinformación sobre los retos y las oportunidades de la actual transición energética. Parte de la confusión aparece cuando se analiza solamente la participación porcentual de las diferentes fuentes energéticas primarias y no los números totales, que siempre aumentan. La Gráfica A2.2 muestra la evolución de los consumos energéticos en porcentajes (con quiebres bruscos) y la Figura A2.3 muestra la evolución en cifras totales, *siempre crecientes* en todas las fuentes.

**Gráfica A2.2. Porcentaje de las fuentes en el consumo energético mundial entre 1800 y 2017**



Fuente: York y Bell (2019).

**Gráfica A2.3. Total del consumo energético mundial por fuente entre 1800 y 2017**



Fuente: York y Bell (2019).

Las transiciones anteriores en cambios porcentuales no han sido motivadas por la necesidad de *eliminar* un combustible existente, sino para *añadir* las ventajas de *nuevas fuentes energéticas en nuevos usos*. Las ventajas de los 'combustibles antiguos' en cada período NO desaparecen con la

llegada de los 'combustibles nuevos'. A pesar de los decrecimientos porcentuales del consumo de carbón desde 1910 y del petróleo a partir de 1970, el consumo total de combustibles fósiles sigue creciendo.

A diferencia de las anteriores transiciones porcentuales, la actual transición energética está motivada por el cambio climático. Es plausible que se logren importantes cambios porcentuales en la ampliación de las fuentes más limpias, pero es difícil lograr que, por ejemplo, un país pueda reducir a la mitad sus emisiones totales en una década.

Smil (2020) plantea que 'el discurso público de la transición energética que se está desarrollando ha sido mal definido, a menudo está mal informado y engañoso, y es casi siempre ahistórico y abrumadoramente irreal'; propone seis discusiones fundamentales sobre las transiciones energéticas, que se explican brevemente a continuación:

- **Las transiciones energéticas previas se disparan por el lado de la demanda.** El *driver* (impulsor) de las transiciones no está en las fuentes primarias, sino en los artefactos que las pueden usar. Por ejemplo, la evolución de la máquina a vapor a la turbina a vapor, y máquinas de combustión interna a los motores ha jalonado el uso de energéticos más convenientes y limpios (del carbón al petróleo, al gas natural y a la electricidad).
- **La actual transición no tiene antecedentes.** En el pasado, las economías más grandes (China, Estados Unidos, Rusia) han seguido un patrón común al migrar porcentualmente de la madera al carbón, a los hidrocarburos, y a una mayor participación de la hidroelectricidad y la energía nuclear, mientras que otros países nunca han tenido una industria de carbón ni hidroelectricidad sustancial. Las tasas de electrificación han sido muy disimiles entre países (casi mil millones de personas carecen de electricidad en la actualidad). La actual transición no tiene precedentes por las aspiraciones de velocidad, la escala requerida y la apuesta a las fuentes intermitentes de baja densidad de energía y de potencia.
- **La descarbonización no tendrá lugar por escasez de fuentes primarias o precios excesivos de la energía, o por la necesidad de atender racionamientos, o por baja confiabilidad.** En un país desarrollado como Estados Unidos, el alto consumo de energía per cápita se facilita porque la energía solo representa el 5% de todo su ingreso disponible. La disponibilidad de combustibles fósiles ha potenciado la oferta. Las eficiencias de las industrias intensivas en energía han sido profundas. Por ejemplo, los mejores hornos a gas tienen una eficiencia del 97%, en comparación con una eficiencia del 50% de los hornos a carbón de hace 70 años. El abandono de fuentes abundantes, confiables y baratas está motivado por eliminar a los combustibles fósiles de la oferta mundial de energía. Las metas de llegar a economías libres de carbono en 10 años son irreales porque (i) ignoran la escala de la descarbonización requerida y (ii) las necesidades de mayor consumo de energía. La humanidad, especialmente los países en desarrollo, requiere cada vez más energía.
- **Las reducciones de emisiones de GEI son difíciles de lograr por la dependencia de los usos finales en los combustibles fósiles y porque las energías renovables no están en capacidad de asumir la totalidad de los incrementos de demanda en energía.** En 2018, las emisiones globales de CO<sub>2</sub> fueron de 34 Gt, mientras que, en 1992, el año de la primera convención

sobre cambio climático, fueron de 21,4 Gt. En los últimos 30 años no ha habido descarbonización. Los combustibles fósiles, de manera agregada, han aumentado su producción en 55% entre esas dos fechas.

- **La civilización global es altamente dependiente de los combustibles fósiles y la demanda futura de carbón y de combustibles líquidos aumentará en los países de ingreso medio y bajo.** En 2018, el consumo de energía per cápita en Estados Unidos fue de 295 GJ, en Japón fue de 150 GJ, en China fue de 25 GJ, y en la India fue de 15 GJ. El consumo estimado por habitante en Colombia es de 30 GJ/hab. Los países desarrollados están en condiciones de reducir su consumo de energía per cápita, pero los países en desarrollo consumen muy poca energía per cápita y aumentarán en este indicador. Por ejemplo, el Reino Unido disminuyó sus emisiones de CO<sub>2</sub> en 33% entre 1991 y 2018, pero la reducción absoluta de 190 Mt de CO<sub>2</sub> fue contrarrestada por las emisiones de la India en menos de 2 años entre 2016 y 2018.
- **Una fracción de la descarbonización es factible comercialmente, pero no hay tecnologías rentables para sustituir usos finales de gran densidad de energía o potencia.** La inversión simultánea en {renovables no convencionales + respaldo convencional} es económicamente viable. Algunos países han invertido grandes cantidades de renovables e importan el respaldo por líneas de transmisión (Dinamarca y Alemania), generando que la parte visible del portafolio luzca más limpio que lo que realmente puede ser. Las baterías de mayor densidad alcanzan los centenares de MW y pueden reinyectar por 2 horas, mientras que las necesidades de una ciudad grande exceden los 1000 MW por 24 horas y sus costos todavía no se pagan.

### Referencias

Arto, I. et al 2016. The energy requirements of a developed world. *Energy for Sustainable Development* 33: 1-13.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082616301892>

Benavides, J. y A. Cadena. 2018. Mercado eléctrico en Colombia: transición hacia una arquitectura descentralizada. Fedesarrollo.

[https://repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3673/Repor\\_Octubre\\_2018\\_Benavides\\_y\\_Cadena.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3673/Repor_Octubre_2018_Benavides_y_Cadena.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bnamericas. 2020. Las empresas que impulsan la industria del gas natural en Colombia.

<https://www.bnamericas.com/es/noticias/las-empresas-que-impulsan-la-industria-del-gas-natural-en-colombia>

Climate Action Tracker. 2021. Global Update: Climate target updates slow as science demands action. <https://climateactiontracker.org/publications/global-update-september-2021/>

Comisión Intersectorial de Cambio Climático. 2020. Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC).

[https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/NDC\\_Colombia/informe\\_NDC\\_de\\_Colombia\\_2020\\_Versi%C3%B3n\\_Final.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/NDC_Colombia/informe_NDC_de_Colombia_2020_Versi%C3%B3n_Final.pdf)

EMA (2019). Singapore's First Virtual Power Plant to Optimise Energy Distribution.

[https://www.ema.gov.sg/media\\_release.aspx?news\\_sid=201910086161atmTcaS3](https://www.ema.gov.sg/media_release.aspx?news_sid=201910086161atmTcaS3)

EU. 2020. Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance.

[https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business\\_economy\\_euro/banking\\_and\\_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf)

La República. 2021. Cinco empresas son responsables de 85% de la producción de petróleo en Colombia. 18 de enero de 2021.

<https://www.larepublica.co/economia/cinco-empresas-son-responsables-de-85-de-la-produccion-de-petroleo-en-colombia-3111852>

SIC. 2020. ESTUDIO DEL MERCADO DE COMBUSTIBLES: Una aproximación empírica para medir la intensidad de la competencia en Colombia.

<https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/032021/ES-Mercado-de-combustibles-en-Colombia.pdf>

Smil, V. 2020. Energy Transitions: Fundamentals in Six Points.

<https://www.funcas.es/articulos/energy-transitions-fundamentals-in-six-points-papeles-de-energia-n-8/>

SFC. 2021. Fase 1 taxonomía verde de Colombia.

<https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/10109182>

Watson Farley & Williams. 2021. THE EU TAXONOMY FOR SUSTAINABLE INVESTMENTS – ENERGY.

<https://www.wfw.com/articles/the-eu-taxonomy-for-sustainable-investments-energy/>

XM. 2021. Cifras relevantes – agentes del mercado.

<http://informesanuales.xm.com.co/2014/SitePages/operacion/1-4-Agentes-del-mercado.aspx>

York, R, y S. E. Bell. 2019. Energy transitions or additions?: Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy. *Energy Research & Social Science* 51: 40-43.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629618312246>

### 1.3. Transporte

#### Caracterización del sector

El sector de transporte explica el 12% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país. El sector se divide en *infraestructura física*, y en *movilidad* (servicios sobre la infraestructura). La infraestructura física requiere inversiones en proyectos discretos que reducen los costos generalizados de transporte al permitir menores consumos de combustibles al reducir la congestión o mejorar el desempeño de activos existentes, o al disponer de alternativas multimodales bajas en carbono para carga. La movilidad puede contribuir a la descarbonización con medidas de eficiencia energética con o sin cambio de vehículo y de tecnología, promoción del transporte colectivo y masivo, y promoción de modos no motorizados de transporte, entre otras medidas. La infraestructura física de transporte será uno de los sectores de mayor relevancia en adaptación.

El subsector de *infraestructura física* se divide en los modos carretero, férreo, aéreo, marítimo y fluvial. Colombia tiene 206.627 km de **carreteras**, de las cuales 19.206 km son vías primarias (10.730 km a cargo del Invías y 8.476 km concesionados a cargo de ANI); Transporte en Cifras - Estadísticas 2018 (Ministerio de Transporte, 2019). De los 10.730 km de vías primarias a cargo del Invías, el 85% está pavimentado y el 15 % está en afirmado. En 2018, Colombia contó con 1.734 km de **red férrea** a cargo del Invías y 1.610 km a cargo de la ANI. Parte de esta red presenta problemas de articulación en grandes segmentos de su longitud por la falta de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento. Colombia cuenta con 590 **aeropuertos y campos de aterrizaje** (74 de propiedad de Aerocivil, 14 de los Departamentos, 94 Municipales, 9 Militares, 185 Fumigación y 214 Privados). Colombia dispone de 10 **zonas portuarias marítimas**, ocho de ellas en la Costa Caribe: La Guajira, Santa Marta, Ciénaga, Barranquilla, Cartagena, Golfo de Morrosquillo, Urabá y San Andrés; y dos en el Pacífico: Buenaventura y Tumaco. La principal vía **fluvial** es el Río Magdalena, que podría transportar una fracción de carga de alto volumen y peso entre el interior y la Costa Caribe.

El Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) organizó un programa de inversiones totales en infraestructura por \$200 billones de 2015 en 20 años (\$10 billones/año). La mayoría de las intervenciones del PMTI van al modo carretero. El modo carretero ha concentrado más del 62% de la inversión total en infraestructura de transporte con cortes a 2002, 2010 y 2019. Existe un déficit de multimodalidad y en logística. Según la Política Nacional Logística, si se invirtiera en la navegabilidad del río Magdalena y Canal del Dique, los costos de transportar un contenedor desde Bogotá hacia la costa Caribe caerían en 50,4%. Así mismo, la intervención del tren Dorada Chiriguaná y Bogotá-Belencito disminuirán estos costos en 31,7% y los tiempos de transporte en 23,5% (Borrador Conpes 5G). El aumento de las inversiones y flujos de carga en los modos fluvial y férreo, y de las conexiones eficientes de estos modos con los puertos marítimos y los modos carretero y aéreo son una fuente importante de reducción de emisiones en movilización de carga, y de aumento de la competitividad del país.

Los proyectos de infraestructura se pueden financiar, construir y operar con dos modelos básicos: obra pública, o mediante alianzas público-privadas (APP). En la actualidad, Invías está a cargo de los

proyectos de obra pública y la ANI de los proyectos de concesiones. La decisión de realizar un proyecto por uno u otro modelo depende de un análisis de valor por dinero (*value for money*). En un proyecto con riesgos bien asignados, es usual que los mayores costos de financiación de un privado sean inferiores a las ganancias de los usuarios en calidad y seguridad. El borrador de Conpes 5G documenta que, en los últimos 25 años se han estructurado y concesionado como APP un total de 56 proyectos viales, 16 aeropuertos, 61 concesiones portuarias y 2 concesiones férreas.

Para la estructuración de APP a partir de la 4G se acogió la metodología de *project finance* (sin recurso al balance del patrocinador y con exigencias mínimas patrimoniales), asignación explícita de todos los riesgos de acuerdo con las prácticas internacionales, diseños en etapas más avanzadas que en las generaciones pasadas, pagos por disponibilidad y calidad del servicio y gestión fiduciaria vinculada a unidades funcionales.

Colombia tiene reconocimiento internacional por sus avances en APP: ocupó el primer lugar a nivel latinoamericano y del Caribe en 2018, y el segundo en 2019 en el puntaje de Infrascopio, herramienta del BID que evalúa la capacidad de los países de América Latina y el Caribe para desarrollar APP en infraestructuras sostenibles. En el ranking del Banco Mundial, Colombia ocupó el tercer puesto a nivel mundial en 2018. El Banco Mundial destaca que los resultados alcanzados por el país son una consecuencia directa del avance institucional con la creación de la ANI, la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) y de la Comisión Intersectorial de Infraestructura, así como la expedición de normas que facilitaron la estructuración e implementación del programa de Cuarta Generación de Concesiones Viales.

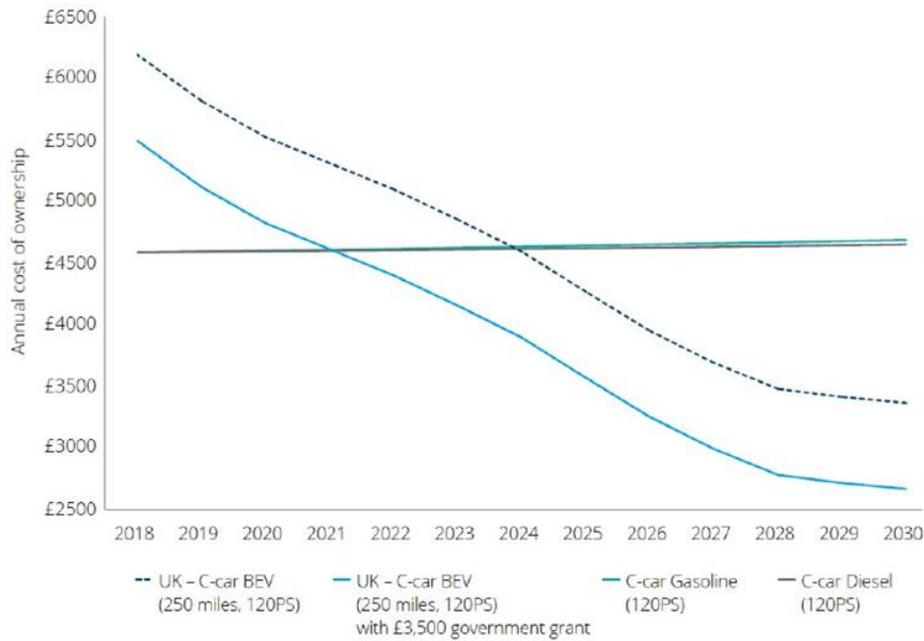
El subsector de *movilidad* incluye el transporte de carga y de pasajeros en todos los modos. Los nichos de transporte terrestre de pasajeros incluyen los sistemas de transporte público colectivo y masivo, los taxis, las flotas privadas de las firmas, los vehículos de los individuos (carros y motos), y los camiones y vehículos de carga por cuenta propia.

La adopción de vehículos eléctricos se desarrollará en dos fases:

- La *primera fase* se caracteriza por altos costos iniciales por km, bajo rango de distancia por carga y largos tiempos de recarga de batería. Durante esta fase, la adopción se realiza por individuos con ingresos altos y en pilotos de transporte público urbano.
- La *segunda fase* se iniciaría cerca de 2024, cuando el costo anual de propiedad de los vehículos eléctricos sea más bajo que el costo correspondiente de vehículos de combustión interna (ICE). Las ganancias de eficiencia se extenderán hacia los vehículos de transporte de carga e interurbano. *Esto eliminará la necesidad de subsidios públicos a la electromovilidad de todo tipo*. La Gráfica 3.1 muestra la evolución y la proyección del costo anual de propiedad de diferentes vehículos en el Reino Unido.

La tasa de motorización (vehículos /1000 hab) a nivel mundial está relacionada con el PIB/cápita (Gráfica 3.2). En general, los países de mayor PIB per cápita tienen una tasa superior a 400 vehículos por cada mil habitantes. La tasa de motorización de Colombia (sin motos) es 200.

**Gráfica 3.1. Evolución y pronóstico del costo anual de propiedad en UK**

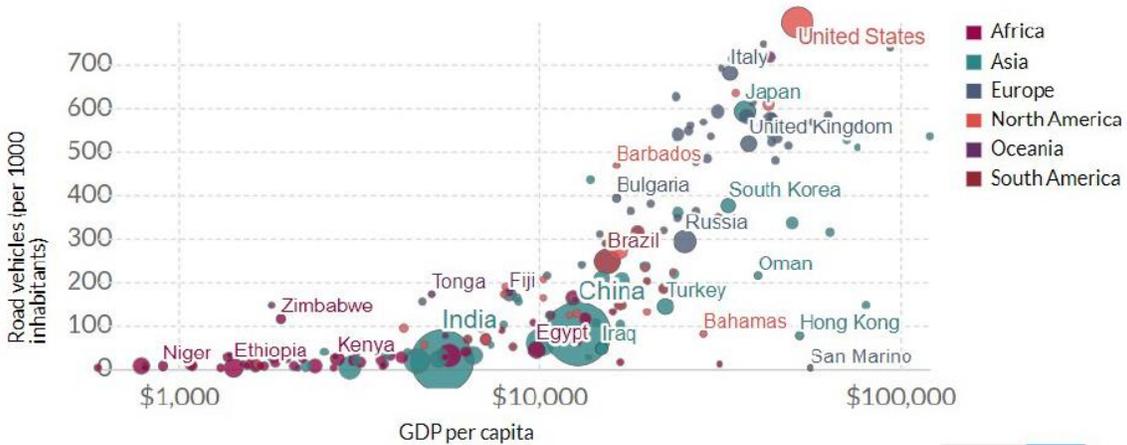


Fuente: IEA (2020)

**Gráfica 3.2. Vehículos por 1000 habitantes VS PIB/cápita**

**Motor vehicles per 1000 inhabitants vs GDP per capita, 2014**

'Motor vehicles' includes automobiles, SUVs, trucks, vans, buses, commercial vehicles and freight motor road vehicles. This data excludes motorcycles and other two-wheelers. GDP per capita is adjusted for price differences between countries (PPP adjustment).



Fuente: Ourworldindata (2020)

El acervo de vehículos eléctricos en el mundo en 2019 es un poco más de 7 millones. El porcentaje actual de vehículos eléctricos sobre el total de vehículos refleja la combinación de apoyos fiscales a los vehículos eléctricos, ingreso/cápita, y preferencias ciudadanas. Mientras que, en 2019, países como Noruega tienen un 55% de vehículos eléctricos, los líderes de LAC (Chile y México) tienen porcentajes de penetración eléctrica inferiores al 1% dentro del total de vehículos en circulación.

La Ley 1964 de 2019 creó incentivos para el transporte eléctrico público y privado. Esta Ley reduce los impuestos a la compra de vehículos eléctricos, elimina el impuesto al valor agregado para el transporte público y reduce este mismo impuesto del 19% al 5% para los vehículos eléctricos privados. Las baterías para vehículos híbridos y eléctricos tendrán un arancel de importación del cero por ciento de 2017 a 2027 que se elevará al 5 por ciento a partir de 2027. La Ley 1964 es parte de una Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME), que define instrumentos e intervenciones en regulación, mercados, tecnología, infraestructura y uso territorial regional. Colombia espera tener 600.000 EV en 2030 y tener una flota de transporte público 100% cero emisiones para 2035. En noviembre de 2019, Bogotá permitió la entrada de 379 nuevos buses eléctricos en su sistema de transporte público y aspiró a llegar a 600 autobuses eléctricos en 2020. En 2019, Medellín introdujo 64 buses eléctricos en su sistema de transporte urbano.

### **Resultados de las entrevistas (entendimiento y opinión de Fedesarrollo)**

- En el segmento de carga, el Ministerio de Transporte plantea en volver competitiva la flota y lograr una chatarrización efectiva. La chatarrización de la flota de carga tiene varias alternativas: (i) chatarrizar y pagar el valor, o (ii) chatarrizar como parte de la compra de un vehículo nuevo no contaminante. Bogotá alcanzó 500 buses eléctricos en 202, y en un año se vincularon 741 vehículos buses a gas de tecnología EURO V.
- La renovación de flota de los sistemas masivos de transporte urbano tiene efecto demostración y reduce los gastos de operación y mantenimiento. La reducción de los gastos de revisión electromecánica y a los gastos de parqueo son incentivos importantes en Transmilenio. La cofinanciación de las administraciones locales es indispensable para el rescate y la modernización de las flotas de transporte masivo urbano.
- La multimodalidad puede reducir la contaminación en el transporte de carga interurbana.
- La pandemia quebró a muchos empresarios de transporte, lo que limita la velocidad de modernización de las flotas privadas.
- La meta de llegar a 600 mil vehículos eléctricos en diez años y la renovación de 57 mil vehículos de carga es difícil de lograr. La carga urbana tiene potencial porque en una ciudad es más fácil desarrollar una red de carga con ocupación continua. Es más difícil electrificar el transporte de distancia larga, por los tiempos y las dificultades de asegurar carga frecuente).
- En taxis, el problema principal del cambio a flota eléctrica es el financiamiento y la coordinación de apoyo a la compra durante el ciclo de vida del vehículo. El modelo debe estudiar la posibilidad de comprar el vehículo anterior y asegurar el mantenimiento y la disponibilidad de repuestos, que por lo pronto solo es viable en las cuatro ciudades más grandes.
- La descarbonización no se debe enfocar por tipo de vehículo, sino por nichos de uso (personas movilizadas por unidad energética, dado que la energía consumida depende del peso transportado). Esto apunta al apoyo del transporte público masivo y el desincentivo a los viajes privados con baja ocupación.

- El gas natural está perdiendo dinamismo en transporte y su papel lo podría asumir la electromovilidad. El hidrógeno no estará listo para ingresar al sector en 5 años.
- El cambio cultural y la promoción de la cercanía entre sitio de vivienda y servicios urbanos requiere mucho tiempo y es difícil de lograr en ciudades con ingresos bajos.

### **Las taxonomías internacionalmente aplicadas en el sector**

La UE (EU 2020), con los principios y metodología ya presentados para el sector de energía, propone las siguientes taxonomías (agrupadas por Fedesarrollo) que promuevan:

- El transporte urbano, suburbano e interurbano de carga y pasajeros por tren, interurbano por vías fluviales (*inland*).
- El transporte público.
- La infraestructura de transporte terrestre baja en carbono.
- Tecnologías con menores emisiones en vehículos por carretera.

La taxonomía de la UE asume tácitamente que la electromovilidad tendrá una dinámica autónoma de las políticas públicas (lo que será cierto en unos pocos años en todo el mundo cuando sus costos totales de propiedad sean inferiores a los de los vehículos de combustión interna), y que se debe rescatar el papel de los modos fluvial y férreo. Este rescate es posible en Europa por la topografía relativamente plana y la existencia de una red de esclusas y canales interconectados desde hace varios siglos en los principales ríos continentales.

### **Las intervenciones en transporte propuestas en la actualización NDC 2020 y la taxonomía propuesta por la SFC**

El documento de actualización de la NDC 2020 incluye 7 grupos de medidas de mitigación en el sector de transporte que removerían 5,6 Mt CO<sub>2</sub>eq:

- Movilidad Eléctrica. Creación de un entorno normativo y financiero para acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica. Implementar estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades, definir un esquema de tarifas eléctricas para el transporte, y establecer paridad de la tecnología con el fin de generar demanda en el mercado.
- Navegación Basada en Desempeño (sector aéreo). Desarrollo de condiciones para aprovechar la capacidad de Navegación de Área y de Desempeño de Navegación Requerida para optimizar el sector de aviación.
- Programa de Modernización de Transporte Automotor de Carga. En vehículos de más de 10.5 toneladas de peso bruto vehicular y más de 20 años de antigüedad.
- Cambio a modo transporte de carga carretero a Fluvial – Río Magdalena. Actividades de dragado del Río Magdalena para mantener la navegabilidad a lo largo del río.
- NAMA Transporte Activo y gestión de la Demanda (TAnDem). Busca Incrementar la participación modal de la bicicleta en todas las ciudades sujetas a la NAMA con medidas que incentivan el transporte activo y que desincentivan el uso del automóvil individual.
- NAMA Desarrollo Orientado al Transporte (DOT). Consolidación y conservación de ciudades densas, con mezclas en usos del suelo, alta circulación de peatones y ciclistas, cobertura

plena de servicios de transporte público colectivo o masivo y con un fuerte tejido social cimentado en la cercanía.

- Rehabilitación del corredor férreo La Dorada - Chiriguaná – Santa Marta: rehabilitación de la infraestructura existente para mejorar sus condiciones técnicas, operacionales, de viabilidad comercial y sostenibilidad ambiental y social.

La taxonomía propuesta por la SFC incluye 5 grupos de actividades:

- T1. Transporte público urbano.
- T2. Micromovilidad.
- T3. Infraestructura para el transporte.
- T4. Transporte interurbano (carga y pasajeros).
- T5. Transporte particular.

En estas actividades se incluyen las flotas de transporte de cero o bajas emisiones de GEI directas (vehículos eléctricos e híbridos), y aquellos impulsados por hidrógeno bajo en carbono o biocombustibles sostenibles. También se incluye la infraestructura de los sistemas de transporte bajo en carbono (estaciones de servicios de hidrógeno, puntos de carga eléctrica, autopistas eléctricas, infraestructura para la movilidad de bicicletas, e infraestructura para la gestión de la demanda de transporte bajo en carbono (facilidades de transferencia intermodal para modos bajos en carbono, como fluvial y férreo).

Debe notarse que:

- En el sector transporte de Colombia, los principales canales de descarbonización en la próxima década serán la promoción del transporte masivo urbano y de la movilidad eléctrica (que tienen grandes cobeneficios en salud), y la modernización del transporte de carga.
- En unos pocos años, *los vehículos eléctricos de todo tipo* no van a necesitar apoyos fiscales de ningún tipo. Como en el caso de las FNCER, estos estímulos deben interrumpirse en el momento apropiado y los recursos libres pueden destinarse a mejores usos de los fondos públicos.
- La adopción de la movilidad eléctrica en el transporte masivo urbano enfrenta la quiebra financiera de los sistemas en las principales ciudades, que se precipitó por la pandemia. Con o sin electromovilidad, es un reto enorme de cofinanciación entre el estado central y las ciudades.
- La modernización del transporte de carga interurbana enfrenta el problema de que la mayoría de la flota está en manos de propietarios de 1 o 2 pequeños camiones, que tienen ingresos volátiles por la dificultad de programar los viajes y de conseguir carga de compensación. Por ello, muchos de estos propietarios no son sujetos de crédito.
- La electrificación de las flotas privadas de las firmas y las de logística urbana de última milla se puede impulsar con una combinación de estímulos y restricciones de acceso a zonas de las ciudades.

- Por el bajo nivel de ingreso per cápita del país, los vehículos privados de carga y pasajeros no salen de circulación cuando se compra un nuevo vehículo. La política de descarbonización debe incluir los costos de incentivar la ‘chatarización’ de los vehículos viejos y/o que no cumplen estándares básicos de emisiones.
- Por la misma razón, el desarrollo orientado al transporte es más efectivo en ciudades y países con alto ingreso per cápita que Colombia.
- La promoción de la multimodalidad en Colombia, especialmente en los modos férreo y fluvial, coincide con la política de la UE, *pero tiene alcances mucho menores*.
- Los volúmenes de tráfico de carga y pasajeros, las distancias de viaje, la topografía de Colombia y la presencia de corredores viales nacionales consolidados dan un alcance preciso a cada modo de transporte. El tren es competitivo para cubrir grandes distancias y/o transportar grandes volúmenes de bienes no perecederos en los que el tiempo de transporte no es crítico, como sucede con el tren dedicado a carbón entre la mina de El Cerrejón y Puerto Bolívar. El camión es competitivo todas los volúmenes y distancias cuando debe moverse en topografías complejas; además, tiene capilaridad y flexibilidad superiores al modo férreo. El modo aéreo predomina para ahorrar tiempos de viaje o como medio único de transporte de carga y de pasajeros en regiones remotas de difícil acceso.
- La eficiencia energética del modo férreo es superior a la del transporte por camiones o buses en segmentos rectos y de baja pendiente, donde tiene un bajo costo promedio con grandes ton-km; de ahí su amplia popularidad en las zonas planas de Estados Unidos y Europa. La ventaja del modo férreo sobre el modo vial se reduce cuando la curvatura y la pendiente del trazado de un tren aumentan, y cuando las cargas son distantes de los puertos y no son voluminosas, como sucede en Colombia. Hay deseconomías de escala en la potencia necesaria para ejercer tracción de un tren en subida y para frenarlo en bajada. En ocasiones se requiere agregar una locomotora adicional para tales propósitos, lo que significa una gran desventaja en inversiones adicionales de material rodante.
- La ventaja energética de los modos férreo y fluvial requiere inversiones logísticas para reducir el costo asociado al tiempo de transbordo de las mercancías en los puntos de origen y destino. Sin estas inversiones, se aumenta el costo final de los productos y se reduce el volumen total transportado (menos viajes redondos posibles).

### Referencias

Comisión Intersectorial de Cambio Climático. 2020. Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC).

[https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/NDC\\_Colombia/informe\\_NDC\\_de\\_Colombia\\_2020\\_Versi%C3%B3n\\_Final.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/NDC_Colombia/informe_NDC_de_Colombia_2020_Versi%C3%B3n_Final.pdf)

DNP-ANI. 2021. Borrador de Conpes 5G.

EU. 2020. Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance.

[https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business\\_economy\\_euro/banking\\_and\\_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf)

IEA. 2020. Announced capital costs per unit of new EV and energy storage battery manufacturing capacity, 2010-2019.

<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/announced-capital-costs-per-unit-of-new-ev-and-energy-storage-battery-manufacturing-capacity-2010-2019>

Mintransporte. 2021. Transporte en cifras. Estadísticas 2018.

<https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/9443/transporte-en-cifras/>

Ourworldindata. 2020. Motor vehicles per 1000 inhabitants vs GDP per capita, 2014.

<https://ourworldindata.org/grapher/road-vehicles-per-1000-inhabitants-vs-gdp-per-capita>

SFC. 2021. Fase 1 taxonomía verde de Colombia.

<https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/10109182>

## 1.4. Salud y protección social

### Caracterización del sector

El sector salud tiene un gran número de actores heterogéneos. Los niveles de concentración de mercado varían de manera amplia según la región y el régimen (subsidiado o contributivo). El liderazgo desde las agremiaciones del sector privado es fuerte y hay conocimiento técnico sobre temas ambientales. Este no es el caso desde la perspectiva pública, donde el MSPS tienen otras prioridades en el corto y mediano plazo. Se recomienda un mayor acompañamiento desde DNP y MADS.

En 2009 existían 37 EPS del régimen contributivo, 25 EPS del régimen subsidiado y 22 Cajas de Compensación Familiar (Maceira, 2014). En 2010 había un total de 46.358 prestadores de servicios de salud según el REPS. De estos, 10.390 eran IPS (9.277 privadas y 1.113 públicas), 34.933 eran profesionales independientes, 341 eran de transporte especial (ambulancias) y 694 tenían un objeto social diferente (Guerrero et al, 2011). Para el 2021 el número de EPS de régimen contributivo y régimen subsidiario continúa siendo 37 (Ministerio de Salud, 2021). En la actualidad hay 51 IPS acreditadas que están concentradas principalmente en Bogotá, Cundinamarca, Medellín, Barranquilla y Cali (Ministerio de Salud, 2021).

La Tabla 4.1 muestra que Bogotá no es concentrada en el régimen contributivo pero sí en el subsidiado; mientras que Antioquia es moderadamente concentrada en el régimen contributivo y altamente concentrada en el subsidiado. No existen zonas geográficas donde ambos regímenes presenten bajas concentraciones, pero en 14 departamentos existen altas concentraciones para ambos regímenes.

**Tabla 4.1. Concentración espacial del sector salud**

Contributivo – Subsidiado	Promedio Índice HH	Departamentos
Alta – Alta	4914 - 4327	Amazonas, Arauca, Caquetá, Casanare, Chocó, Guainía, Guaviare, Huila, Meta, Nariño, Putumayo, Vaupés y Vichada
Moderada – Moderada	1818 - 1941	Bolívar, Caldas, Cundinamarca, Santander y Tolima
Alta – Moderada	3980 - 1810	Boyacá
Alta – No concentrada	2916 - 1323	Córdoba, La Guajira, Norte de Santander y Sucre
Alta – Monopolio	5402 - 10000	San Andrés y Providencia
Moderada – Alta	1794 - 3611	Antioquia, Cauca, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca
Moderada – No Concentración	2083 - 1352	Atlántico, Cesar y Magdalena
No concentración – Alta	1159 - 5410	Bogotá

Fuente: Guzmán (2017)

La Asociación Colombiana de Empresas de Medicina Integral (ACEMI) fue creada en 1992 como un gremio sin ánimo de lucro con sede en Bogotá. Sus afiliadas son empresas de medicina prepagada, entidades promotoras de salud de régimen contributivo, entidades promotoras de salud de régimen

subsidiado y ambulancias prepagadas. Agrupa a 10 EPS del régimen contributivo y 7 entidades que ofrecen planes voluntarios de salud que representan en el mercado del régimen contributivo cerca del 70% de la población total afiliada y el 92% de la población que cuenta con coberturas adicionales o complementarias en salud (medicina prepagada y planes complementarios). Los afiliados son: EPS AlianSalud, EPS Comfenalco Valle, EPS Compensar, EPS Coosalud, EPS Sura, EPS Famisanar, Nueva EPS, Salud Total, Servicio Occidental de Salud, EPS Sanitas.

La Cámara Sectorial de Salud de la ANDI fue creada en 2000 por 11 Instituciones Prestadoras de Salud para representar sus propios intereses, es una agremiación sin ánimo de lucro conformada actualmente por 30 IPS privadas de diferentes especialidades en todo el país, con sede principal en Bogotá y representación a nivel nacional (ANDI - Cámara Sectorial de Salud, 2018). Ambas agremiaciones presentan un fuerte liderazgo sectorial que se puede usar para implementar las intervenciones pertinentes para el sector privado.

En el sector salud existen muchas prioridades en el corto plazo, aún más con la pandemia de COVID-19 y las carteras tienen otras prioridades en el mediano y largo plazo distintas al medio ambiente. Como se verá en las próximas secciones, la mayoría de las intervenciones para este sector se sobreponen con las de otros sectores, razón por la cual debe haber un mayor acompañamiento por parte de otras instituciones estatales para la implementación de los proyectos delineados.

### **Resultados de las entrevistas (entendimiento y opinión de Fedesarrollo)**

Se entrevistaron por parte del sector público a funcionarios del MSPS: profesionales de Cambio Climático y Aire y Salud, además de la consultora encargada de costeos de intervenciones. Por parte del sector privado se entrevistó al director de la Cámara Sectorial de Salud de Prestadores de la ANDI y al presidente de ACEMI.

- Desde el sector público, las intervenciones y metas de mitigación están identificadas, pero su costeo y recorte de emisiones se desconoce. No se tienen el presupuesto ni las capacidades para su estimación.
- Se identificaron intervenciones por medio de consultorías con financiación de cooperación internacional. En salud se adaptan las intervenciones de otros sectores a su contexto. En particular, el reciclaje, la eficiencia energética y la construcción sostenible.
- Las Intervenciones han tomado más tiempo por las particularidades del sector (muchos actores heterogéneos y capacidades desiguales en las entidades territoriales), además de involucrar otros sectores como las industrias farmacéuticas y la cadena de suministros.
- Los diferentes tipos de actores requieren un fortalecimiento técnico para que todos estén en un mismo nivel de conocimiento de las oportunidades climáticas.
- Por parte del sector privado hay algunas intervenciones delineadas: modernización de equipos e infraestructura, mejor manejo de los residuos, reconversión luminaria por tecnología LED y sustitución de calderas, recolección de aguas lluvias y reciclaje de aguas para riego de zonas verdes.
- Estas intervenciones se ven como oportunidades para reducir los desperdicios o gastos innecesarios; es decir, para ser más eficientes en el largo plazo.

- Hay conocimiento sobre su nivel de emisiones (los asociados a la ANDI no emiten mucho).
- Existe la posibilidad de economías circulares por reconversión de desechos tóxicos (e.g., agujas, vestimentas quirúrgicas).
- Hay pista de aterrizaje en el sector privado para estas iniciativas pues han firmado compromisos internacionales de responsabilidad social y ambiental: principios rectores para el sector -> Decálogo de principios éticos del Sector Salud del Banco Mundial (uno de los cuales es el compromiso ambiental).
- Hubo un avance regulatorio importante con respecto a la telemedicina. Debido a la pandemia la regulación cambió e hizo viable la telemedicina para los privados (redujo sus obligaciones y costos).
- La Superintendencia de Salud está próxima a sacar una circular de manejo de riesgo ambiental.

### Las taxonomías internacionales aplicadas en el sector salud

Cuando se revisan las experiencias internacionales (Chile, Francia y el Reino Unido), se encuentra que el sector salud no tiene curvas marginales de abatimiento o intervenciones sectoriales específicas. En su gran mayoría, las intervenciones del sector salud pertenecen a otros sectores; o mejor, se adaptan intervenciones de otros sectores a sus propias particularidades (e.g., manejo de residuos, eficiencia energética y construcción sostenible).

**Tabla 4.2. Taxonomías representativas por país y sector**

<b>País / Sector</b>	<b>Salud</b>
<b>Gran Bretaña</b>	Aumento del número de edificios industriales y comerciales que sean eficientes en el uso de la energía.
<b>Francia</b>	Reducción de desechos producidos/ incremento en la tasa de reciclaje/ incremento en la recuperación de energía de desechos no reciclables/ incremento en la tasa de captura de metano en centros de almacenamiento.
<b>Chile</b>	Sistemas termo-solares/electrificación térmica/sistemas de administración energética.

Fuente: elaboración propia con base en la revisión de literatura revisada

Por dicho motivo, para tener más información sobre costeos y recorte de emisiones potenciales invitamos a la lectura de la ficha sectorial del sector vivienda. Con base en la revisión de casos de estos 3 países se recopilieron taxonomías sobre las intervenciones NDC que se usan en cada país para salud (Tabla 4.2).

## **Las intervenciones en energía propuestas en la actualización NDC 2020 y la taxonomía propuesta por la SFC**

La actualización de las NDC incluye 9 intervenciones de mitigación en el sector salud; sin embargo, ninguna cuenta con los estudios de costos (CAPEX Y OPEX) ni el potencial de remoción de CO<sub>2</sub>. Inclusive existen dos intervenciones que no se pueden clasificar dentro de una taxonomía internacional aplicable al sector (número 6 y 7). Las intervenciones son:

1. Implementar fuentes de generación de energía alternativas (eólica, paneles solares, biodigestores).
2. Rediseño de sistemas de iluminación, sustitución de luminarias LED, automatización.
3. Mejoras en diseño de construcción y adecuación arquitectónica.
4. Conversión de calderas o equipos a combustibles como gas natural.
5. Usar vehículos eléctricos o híbridos.
6. Desarrollo telemedicina en todas las IPS y reporte de resultados de exámenes médicos virtuales.
7. Políticas de cero papel y digitalización.
8. Correcta separación de residuos peligrosos de aquellos reciclables.
9. Priorizar proveedores que calculen huella de carbono e implementen medidas de compensación y que tengan certificación verde.

Muchas de estas intervenciones son transversales; particularmente con el sector de transporte (número 5), el sector de residuos (número 7 y 8) o el sector de energía (número 1 y 4).

La taxonomía verde colombiana, recientemente publicada para comentarios de la ciudadanía (Superintendencia Financiera de Colombia, 2021), no hace referencia directa al sector salud, pero incluye actividades en transporte, energía, residuos y viviendas que se pueden aplicar al sector de salud, tales como:

- Construcción de nuevos edificios eficientes en el uso de energía, renovación de edificios para mejorar su rendimiento energético, y adquisición y propiedad de edificios.
- Producción de energía a partir de fracciones de residuos no reciclables (tratamientos térmicos) y captura artificial, transporte y almacenamiento/uso de GEI de la atmósfera.
- Aunque la taxonomía no tiene en cuenta actividades sobre la gestión de residuos peligrosos, algunas de las actividades o activos para los demás tipos de residuos (que también se generan en el sector salud) son.

### **Referencias**

ANDI - Cámara Sectorial de Salud. 2018. *Informe de sostenibilidad 2017-2018*.

<http://www.andi.com.co/Home/Camara/25-sectorial-de-la-salud>

Behrentz, E., Corredor, A., de la Ossa, M., Henao, L., Joya, S., Montoya, L. C., Peña, C., Pérez, J. F., Prada, A., Ortiz, E. Y., Rojas, A. M., Saavedra Laura V., & Zambrano, M. 2014. Productos analíticos para apoyar la toma de decisiones sobre acciones de mitigación a nivel sectorial: Curvas de abatimiento para Colombia.

DANE. 2020. *Agregados-macroeconomicos-cuentas-nal-anales-2005-2019p-2020pr*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionalesanuales#principales-agregados>

DANE. 2021. *Comunicado de prensa Producto Interno Bruto (PIB) IV trimestre y año 2020p*.

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/cp\\_PIB\\_IVtrim20.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/cp_PIB_IVtrim20.pdf)

Department for the Economy, Evaluation and Integration of Sustainable Development. (2017). *Low carbon Transition Pathways at the Lowest Cost*.

Guerrero, R., Gallego, A. I., Becerril-Montekio, V., & Vásquez, J. (2011). Sistema de salud de Colombia. *Salud Pública de México*: 53: 144–s155.

<https://doi.org/10.1590/S0036-36342011000800010>

Guzmán Finol, K. (s/f). *Radiografía de la oferta de servicios de salud en Colombia*. 50.

<https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9355/5.%20Radiograf%C3%ADa%20e%20la%20oferta%20de%20servicios%20de%20salud%20en%20Colombia.pdf?sequence=1>

HM Government. 2017. *The Clean Growth Strategy. Leading the Way to a Low Carbon Future*.

HM Government. 2020. *The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution*.

Leung, J. 2018. *Decarbonizing U.S. Buildings*. Center for Climate and Energy Solutions.

<https://www.c2es.org/wp-content/uploads/2018/06/innovation-buildings-background-brief-07-18.pdf>

Maceira, D. (s/f). *Cuadrantes de análisis en los sistemas de salud de América Latina*. 88.

Melgarejo, Z., Vera Colina, M., & Mora Riapira, E. 2014. Competitividad de la mipyme y desarrollo regional.

Estudio del caso colombiano. *Tendencias* 14: 184-215.

<https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/1646>

Ministerio de Salud, & ICONTEC. (2021). *Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud Acreditadas*.

<https://acreditacionensalud.org.co/wp-content/uploads/2021/04/IPSacreditadas-marzo-2021-.pdf>

Ministerio de Salud. 2021, mayo. *Cifras Aseguramiento en Salud*. Tableau Software.

[https://public.tableau.com/views/CifrasAseguramientoenSalud\\_16166927767750/Aseguramiento?:emed=y&:showVizHome=no&:host\\_url=https%3A%2F%2Fpublic.tableau.com%2F&:embed\\_code\\_version=3&:tabs=no&:toolbar=yes&:animate\\_transition=yes&:display\\_static\\_image=no&:display\\_spinner=no&:display\\_overlay=yes&:display\\_count=yes&:language=es&:loadOrderID=0](https://public.tableau.com/views/CifrasAseguramientoenSalud_16166927767750/Aseguramiento?:emed=y&:showVizHome=no&:host_url=https%3A%2F%2Fpublic.tableau.com%2F&:embed_code_version=3&:tabs=no&:toolbar=yes&:animate_transition=yes&:display_static_image=no&:display_spinner=no&:display_overlay=yes&:display_count=yes&:language=es&:loadOrderID=0)

Montoya R., A., Montoya R., I., & Castellanos, O. 2010. Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia: elementos actuales y retos. *Agronomía Colombiana* 28: 107-117.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17600>

Scientific Committee COP25 Chile. 2019. *Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition*. COP25 Chile.

Superintendencia de Sociedades. 2020a, diciembre. Informe de 1.000 empresas.

<https://www.supersociedades.gov.co/Noticias/Publicaciones/Revistas/2021/Presentacion-1000-empresas.pdf>

Superintendencia de Sociedades. 2020b, diciembre. Informe 9.000 empresas siguientes más grandes.

<https://www.supersociedades.gov.co/Noticias/Publicaciones/Revistas/2021/Presentacion-9000-Empresas.pdf>

Superintendencia Financiera de Colombia. 2021, septiembre 17. *Taxonomía* [Gubernamental].

<https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/index.jsf>

World Economic Forum. 2021. *Net Zero Carbon Cities: An Integrated Approach* (p. 33).

[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Net\\_Zero\\_Carbon\\_Cities\\_An\\_Integrated\\_Approach\\_2021.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Net_Zero_Carbon_Cities_An_Integrated_Approach_2021.pdf)

## 1.5. Vivienda, ciudad y territorio

### Caracterización sectorial

La migración hacia la vivienda verde es una actividad con múltiples contribuciones tanto al crecimiento económico, como con cumplimientos de los ODS, como ilustra la Gráfica 5.1.

Gráfica 5.1. Contribuciones de la vivienda verde



Fuente: Pollock (2019)

Entre 2017 y 2020 el PIB del sector perdió no solamente dinamismo sino participación dentro de la producción total del país. La participación del sector al PIB en promedio es de 8,3%, siendo el máximo en 2016 con 9,1% y el mínimo 6,7% en el 2020.

El sector de vivienda, ciudad y territorio no es concentrado: las dos empresas líderes solo representan el 8% del total de ingresos operacionales del sector. En 2017, el 63,82% de las empresas eran grandes y el 36,18% en el sector de construcción de edificaciones eran pymes (32,89% medianas y 3,29% pequeñas) (Superintendencia de Sociedades, 2018). El sector de construcción está localizado principalmente entre Bogotá (52,4%) y Antioquia (12,13%). La región Andina aglomera a la gran mayoría de las construcciones de uso residencial, seguido por una gran diferencia por el Caribe y la Orinoquía (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Distribución espacial del sector de construcción

Región	Construcción de edificaciones para uso residencial
Andina	819
Caribe	86
Orinoquia	14
Pacífica	7

<b>Total</b>	926
--------------	-----

Fuente: Grupo de Estudios Económicos, 2012

La Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) aglomerar a 1.700 empresas. Los 20 afiliados más grandes son: Estrenar Vivienda, Cemex, Equinorte S.A, Ultracem, Itaú, Henkel, Argos, Pei Asset Management, Banco de Occidente, Fiduciaria de Bogotá, Constructora Bolívar, Prodesa, BBVA, PAVCO, Amarillo, Cerámica Italia, Davivienda, Equinorte, MC Arquitectos, Banco Caja Social. Se integra por 18 regionales (Antioquia, Atlántico, Bogotá y Cundinamarca, Bolívar, Boyacá y Casanare, Caldas, Cesar, Córdoba y Sucre, Cúcuta y Nororiente, Huila, Meta, Nariño, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, Magdalena) y 1 seccional (Popayán) (CAMACOL, s.f). CAMACOL tiene una alta capacidad técnica y de liderazgo para guiar a sus afiliados hacia las metas que se propongan en temas verdes; siempre sujetos a regulaciones promulgadas por el MVCT.

La capacidad pública para estructurar e implementar programas sectoriales ha sido fuerte. En particular, la construcción de vivienda VIS y VIP, donde la coordinación entre los bancos, constructores y Gobierno por medio de subsidios a las tasas de interés<sup>9</sup> ha estimulado la construcción de vivienda para familias de bajos ingresos. Además, el sector construcción ha jalonado el crecimiento económico del país y para junio 2021 había 941 mil ocupados en el sector edificaciones, con 122 mil nuevos empleos a comparación de junio del 2020. Es importante considerar este tipo de herramientas de financiación para alcanzar objetivos de construcción sostenible.

### **Resultados de las entrevistas (entendimiento y opinión de Fedesarrollo)**

En el sector público se entrevistaron a los viceministerios del MVCT (Agua y Saneamiento Básico y Vivienda). En el sector privado se entrevistó a la directora de Sostenibilidad Bogotá y Región de CAMACOL. También se entrevistó a la directora de acueducto, alcantarillado, aseo y gestión de residuos, y la gerente de asuntos ambientales y sostenibilidad de ANDESCO.

- La construcción de la curva de abatimiento del sector se encuentra mucho más avanzada en el manejo de residuos sólidos. La NAMA incluye costeos de intervenciones y potencial de mitigación de intervenciones.
- La normativa solo reconoce la tecnología de los rellenos sanitarios de disposición final, lo cual es una barrera para adoptar nuevas tecnologías de captura o reconversión de Gases de Efecto Invernadero para tratar los residuos y las aguas residuales.
- En manejo de aguas residuales apenas se está identificando la intervención. Sin embargo, se ha avanzado en la protección de cuencas hidrográficas para garantizar la seguridad hídrica; al igual que la promoción del reúso de aguas residuales en las empresas y viviendas. Lo mismo ocurre con vivienda, que tiene delineada la intervención, pero sin costeo ni estimación de potencial de mitigación.

<sup>9</sup> Los subsidios a la tasa de interés para vivienda son de 5% de tasa efectiva anual para VIP y de 4% de tasa efectiva anual para VIS, para hogares con ingresos entre 0 y 8 SMMLV.

- Se cuenta con el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Sectorial para vivienda, ciudad y territorio, y agua y saneamiento básico. Además de la Resolución 549 de 2015 sobre construcción sostenible.
- Tanto para vivienda como para manejo de residuos, el papel del ministerio es puramente regulatorio: con cambios normativos se pueden dar los incentivos adecuados para que los privados realicen las intervenciones necesarias.
- Este es el caso de la tabla tarifaria para estimular el crecimiento de las tasas de reciclaje en el país y la adecuación de nuevas tecnologías para tratamiento de residuos en los rellenos sanitarios. Bajo la tabla tarifaria actual no es negocio para los privados invertir en reciclaje a gran escala, ni propender por una mayor separación de residuos en las líneas de recolección de basuras.
- En el caso de la construcción de vivienda sostenible, las certificaciones otorgadas por terceros han funcionado bien y hay hambre de los privados por construir y vender vivienda verde.
- Se reconoce la necesidad de definir criterios sostenibles para regular las viviendas ya construidas (solo se tienen criterios de sostenibilidad para viviendas nuevas) y para urbanismo.
- No obstante, desde la regulación se ha omitido los parámetros verdes para VIS y VIP. La razón es que si se incluyen consideraciones verdes para este tipo de vivienda, los costos de construcción aumentan y estas edificaciones dejarían de ser calificadas como VIS y VIP.
- A su vez, se identifica como un cuello de botella importante la cantidad de trámites que deben cumplir los constructores para realizar nuevas edificaciones (sean o no amigables con el medio ambiente), además de que en las curadurías no se tienen en cuenta criterios técnicos de sostenibilidad.
- A pesar de que exista una normativa sobre usos de materiales reciclados en construcción, los contratistas no quieren trabajar con estos materiales; se debe hacer una campaña de sensibilización con los contratistas y los clientes de vivienda.

### **Las taxonomías internacionales aplicadas al sector de vivienda**

Se revisó la experiencia sectorial en economía circular y descarbonización de Gran Bretaña, Francia y Chile. *En general, se encontró que existen ejes temáticos, mas no sectoriales*, tales como edificaciones sostenibles (Department for the Economy, Evaluation and Integration of Sustainable Development, 2017; HM Government, 2017; Scientific Committee COP25 Chile, 2019) o manejo de residuos (Department for the Economy, Evaluation and Integration of Sustainable Development, 2017; HM Government, 2017; Scientific Committee COP25 Chile, 2019). Con base en esta revisión de casos se recopilaron taxonomías sobre las intervenciones NDC que se usan en cada país para el sector vivienda y ciudad (Tabla 5.2).

**Tabla 5.2. Taxonomías por país y sector**

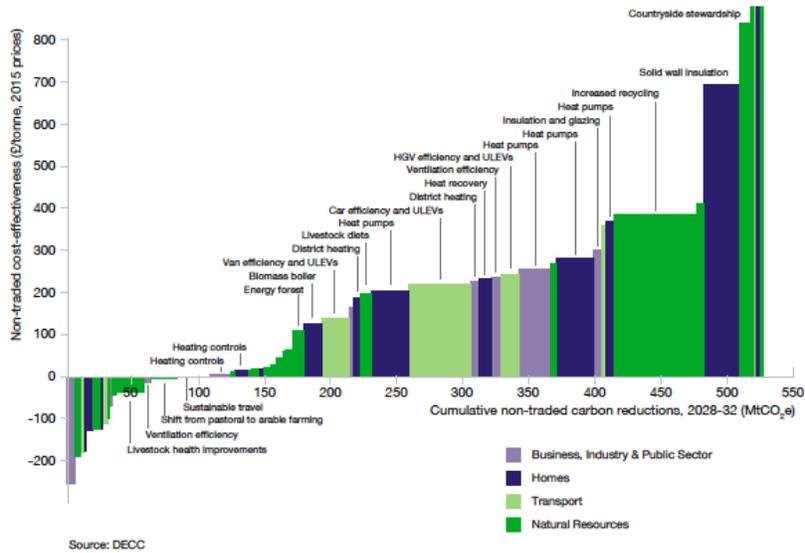
País / Sector	Vivienda
<b>Gran Bretaña</b>	Aumento en el número de edificios industriales y comerciales que sean eficientes en el uso de la energía. Viviendas con mejores calentadores, mejor aislante, y mayor conciencia en el público de los ahorros energéticos de dichas medidas.
<b>Francia</b>	Reducción de desechos producidos/ incremento en la tasa de reciclaje/ incremento en la recuperación de energía de desechos no reciclables/incremento en la tasa de captura de metano en centros de almacenamiento/rehabilitación energética del edificio/cambio de mecanismo de calefacción por uno más eficiente o por otro tipo de fuente de energía.
<b>Chile</b>	Mejoras en el sistema eléctrico de calefacción y aislantes/distribución de generación fotovoltaica/introducción de estándares de rendimientos mínimos en consumo de energía por parte de electrodomésticos (MEPS)/ bombas de calor geotermiales.

Fuente: elaboración propia con base en la revisión de literatura revisada

Las curvas de abatimiento de estos tres países tienen un gran número de intervenciones que no son pertinentes para Colombia dada su posición geográfica (la gran mayoría se concentra en nuevas tecnologías para calefacción de las edificaciones):

- En la curva marginal de abatimiento de Gran Bretaña, el incremento de *reciclaje* es una de las medidas que más recorta emisiones (Gráfica 5.2). Sin embargo, esta intervención requiere financiación pública debido a que los privados no tienen los incentivos suficientes para su implementación: los sobrecostos de estas nuevas tecnologías alcanzan casi los 400 GBP por tonelada. Desde el punto de vista de la vivienda, los recortes de emisiones más grandes provienen del aislamiento térmico por medio de paredes sólidas (20 MtCO<sub>2</sub>eq anuales). No obstante, su costo es bastante elevado (casi 700 GBP por tonelada).

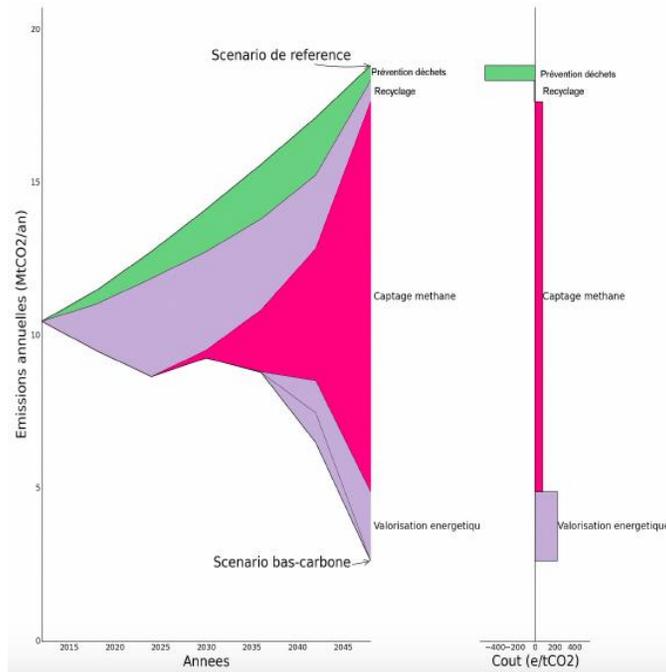
**Gráfica 5.2. Curva de abatimiento para Gran Bretaña (2028-2032)**



Fuente: HM Government, 2017

- La curva de abatimiento para el sector residuos en Francia (Gráfica 5.3) refleja que *la prevención de desechos* reduce costos (€ -400/Ton CO<sub>2</sub>), los costos del reciclaje son cercanos a cero, y la captura de metano y la recuperación energética implican costos positivos entre € 100/Ton CO<sub>2</sub> y € 225/Ton CO<sub>2</sub>. En cuanto al recorte de emisiones, la captura de metano tiene un potencial de reducción cercano a las 20 MtCO<sub>2</sub> por año, mientras que el reciclaje y la prevención de desechos no alcanza 1 MtCO<sub>2</sub> por año.

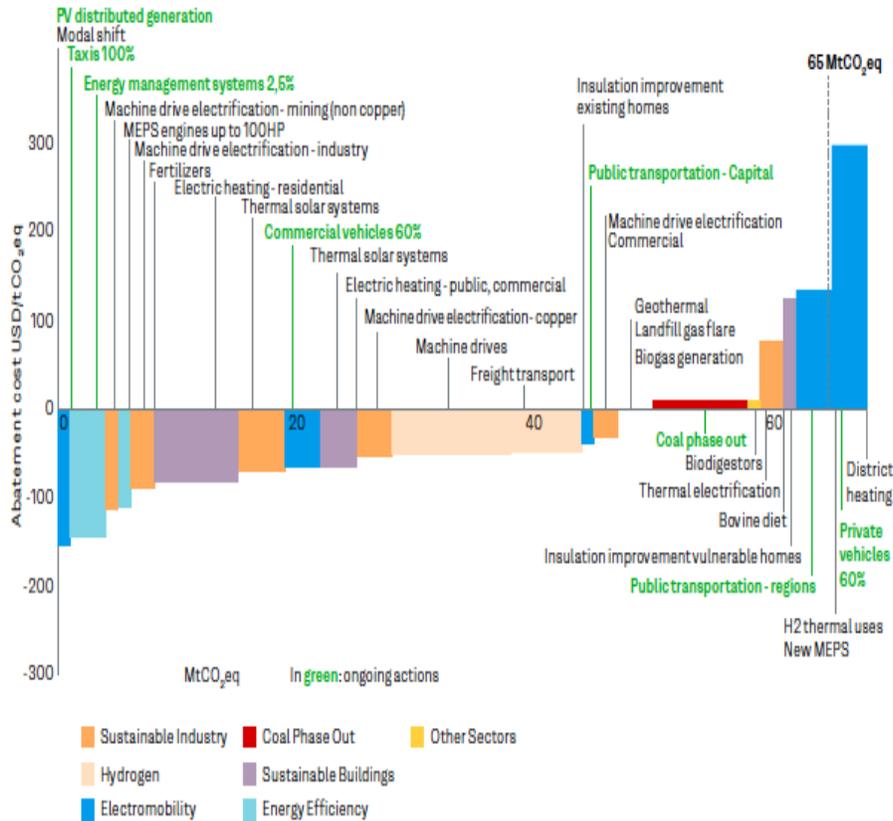
**Gráfica 5.3. Curva de abatimiento para Francia en el sector residuos (2010-2050)**



Fuente: Department for the Economy, Evaluation, and Integration of Sustainable Development, 2017.

- En Chile, la curva de abatimiento demuestra (Gráfica 5.4) muestra que la calefacción eléctrica residencial y la instalación de sistemas solares reducen costos entre USD \$-90/Ton CO<sub>2</sub> y USD \$-100/Ton CO<sub>2</sub>. Por el contrario, las mejoras de aislación térmica de hogares vulnerables aumentan los costos USD \$130/Ton CO<sub>2</sub>. El potencial de recorte de la aislación térmica de cualquier tipo es limitado (alrededor de 1 MtCO<sub>2</sub> por año).

**Gráfica 5.4. Curva de abatimiento de Chile**



Fuente: (2019). Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition

Las medidas con mayor impacto de descarbonización en Colombia incluyen el manejo de residuos sólidos, y el aislamiento térmico en los hogares, que reduce costos para hogares convencionales, pero los aumenta para hogares vulnerables y su capacidad de recorte de emisiones es bastante limitada. Colombia tiene un gran potencial en el manejo de residuos sólidos, que además tiene grandes co-beneficios en la mejora de la salud de las comunidades colindantes a las zonas donde se tratan estos materiales.

### Las intervenciones en vivienda propuestas en la actualización NDC 2020 y la taxonomía propuesta por la SFC

Para el sector vivienda, ciudades y territorio, la actualización de las NDC contempla 16 intervenciones, de las cuales 6 son de carácter general y 10 corresponden a medidas territoriales de mitigación. Del primer grupo, todas las intervenciones tienen identificado el potencial de remoción

de CO<sub>2</sub>, pero no sucede lo mismo con su posibilidad de clasificarse en una taxonomía internacional y su análisis de CAPEX y OPEX:

1. Tratamiento mecánico de residuos sólidos (no se clasifica en una taxonomía internacional).
2. Reciclaje de residuos sólidos (no tiene estudios de costos).
3. Quema de biogás.
4. Aprovechamiento de biogás para la gestión de residuos sólidos.
5. Quema y/o aprovechamiento de biogás para la gestión de aguas residuales domésticas (no se clasifica en una taxonomía internacional, ni tiene estudios de costos).
6. Construcción Sostenible (no tiene estudios de costos).

En cuanto al segundo grupo de intervenciones, ninguna tiene identificado el potencial de remoción de CO<sub>2</sub> o cuenta con un estudio de costos (CAPEX y OPEX). Inclusive la intervención 14 no se puede clasificar en una taxonomía internacional.

7. Calentadores solares para viviendas.
8. Uso de biogás en viviendas.
9. Estufas ecoeficientes.
10. Infraestructura educativa baja en carbono.
11. Cambio energético de consumo de leña.
12. Fomento de VIS y VIP bioclimáticas.
13. Mejoramiento de los sistemas de saneamiento básico y aprovechamiento adecuado de los residuos sólidos y aguas residuales.
14. Estufas eficientes de leña en comunidades rurales.
15. Gestión Integral de Residuos Sólidos.
16. PTAR Pereira y Dosquebradas.

La taxonomía colombiana, recientemente publicada para comentarios de la ciudadanía (Superintendencia Financiera de Colombia, 2021), tiene una muy buena articulación entre la lista de actividades de la taxonomía colombiana y las intervenciones encontradas en las curvas marginales de abatimiento internacionales para los sectores de edificaciones, tratamiento de residuos y manejo del agua. Lo cual puede ser una excelente señal sobre el buen calce entre la taxonomía elaborada por la SFC y la actualización de la curva de abatimiento colombiana a cargo de la cartera de cada sector.

En cuanto a la construcción de criterios de selección e indicadores de impacto de las taxonomías de los sectores mencionados, se ha optado por tomar como parámetros los dictámenes regulatorios del MVCT. Por ejemplo, en el caso de la vivienda sostenible, la Resolución 0549 de 2015 (y sus futuras actualizaciones) dicta que para que una edificación sea considerada como sostenible, la energía consumida en el edificio (kWh/m<sup>2</sup> año) debe ser al menos 10% menor que la línea base definida en dicha resolución. En el sector construcción se plantea actividades como: la construcción de nuevos edificios que sean eficientes en el uso de energía, renovación de edificios para mejorar su rendimiento energético, y adquisición y propiedad de edificios.

Las actividades y activos del sector residuos son 8: i) tratamiento de lodos de aguas residuales, ii) recolección y transporte separado de residuos no peligrosos en la fracción segregada en origen, iii) digestión anaerobia de residuos orgánicos con captura o uso de metano, iv) compostaje de residuos orgánicos, v) aprovechamiento de material de residuos no peligrosos, vi) producción de energía a partir de fracciones de residuos no reciclables (tratamientos térmicos), vii) captura y utilización de gas de relleno sanitario, viii) captura artificial, transporte y almacenamiento/uso de GEI de la atmósfera.

La taxonomía define el sector suministro y tratamiento de agua por separado, el cual también hace parte de la cartera MVCT, y contempla 4 actividades o activos: sistemas de acueducto, sistemas de alcantarillados sanitario y combinados, sistemas de tratamientos de aguas residuales, e inversiones para el uso eficiente del agua.

### Referencias

DANE. (2020). *Agregados-macroeconomicos-cuentas-nal-anales-2005-2019p-2020pr*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anales#principales-agregados>

DANE. (2021). *Comunicado de prensa Producto Interno Bruto (PIB) IV trimestre y año 2020p*.

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/cp\\_PIB\\_IVtrim20.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/cp_PIB_IVtrim20.pdf)

Department for the Economy, Evaluation and Integration of Sustainable Development. (2017). *Low-carbon Transition Pathways at the Lowest Cost*.

Grupo de Estudios Económicos. (2012). Estudio sobre el sector vivienda en Colombia (Housing in Colombia) (Núm. 4).

HM Government. (2017). *The Clean Growth Strategy. Leading the Way to a Low Carbon Future*.

HM Government. (2020). The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution.

Leung, J. (2018). *Decarbonizing U.S. Buildings*. Center for Climate and Energy Solutions.

<https://www.c2es.org/wp-content/uploads/2018/06/innovation-buildings-background-brief-07-18.pdf>

Melgarejo, Z., Vera Colina, M., & Mora Riapira, E. (2014). Competitividad de la mipyme y desarrollo regional. Estudio del caso colombiano. *Tendencias*, 14(2), 184-215.

<https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/1646>

Ministerio de Vivienda. (2020). *Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial: Sector Vivienda, Ciudad y Territorio*.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2021-02/anexo-resolucion-0431-2020.pdf>

Ministerio de Vivienda. (2020, noviembre). Sector vivienda sigue consolidando su recuperación [Gubernamental]. Minvivienda.

<https://minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/sector-vivienda-sigue-consolidando-su-recuperacion>

Montoya R., A., Montoya R., I., & Castellanos, O. (2010). Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia: elementos actuales y retos. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 107-117.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17600>

Pollock, E. 2019. Sustainable cities II. Metropolia University of Applied Sciences 2019, Helsinki.

[file:///D:/Downloads/2019\\_TAITO\\_28\\_Pollock\\_SustainablecitiesII.pdf](file:///D:/Downloads/2019_TAITO_28_Pollock_SustainablecitiesII.pdf)

Scientific Committee COP25 Chile. (2019). *Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition*. COP25 Chile.

Superintendencia de sociedades. (2020a, diciembre). Informe de 1.000 empresas.

<https://www.supersociedades.gov.co/Noticias/Publicaciones/Revistas/2021/Presentacion-1000-empresas.pdf>

Superintendencia de sociedades. (2020b, diciembre). Informe 9.000 empresas siguientes más grandes.

<https://www.supersociedades.gov.co/Noticias/Publicaciones/Revistas/2021/Presentacion-9000-Empresas.pdf>

Superintendencia Financiera de Colombia. (2021, septiembre 17). *Taxonomía* [Gubernamental].

<https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/index.jsf>

Universidad de los Andes, Behrentz, E., Corredor, A., de la Ossa, M., Henao, L., Joya, S., Montoya, L. C., Peña, C., Pérez, J. F., Prada, A., Ortiz, E. Y., Rojas, A. M., Saavedra Laura V., & Zambrano, M. (2014). Productos analíticos para apoyar la toma de decisiones sobre acciones de mitigación a nivel sectorial: Curvas de abatimiento para Colombia.

World Economic Forum. (2021). *Net Zero Carbon Cities: An Integrated Approach* (p. 33). World Economic Forum.

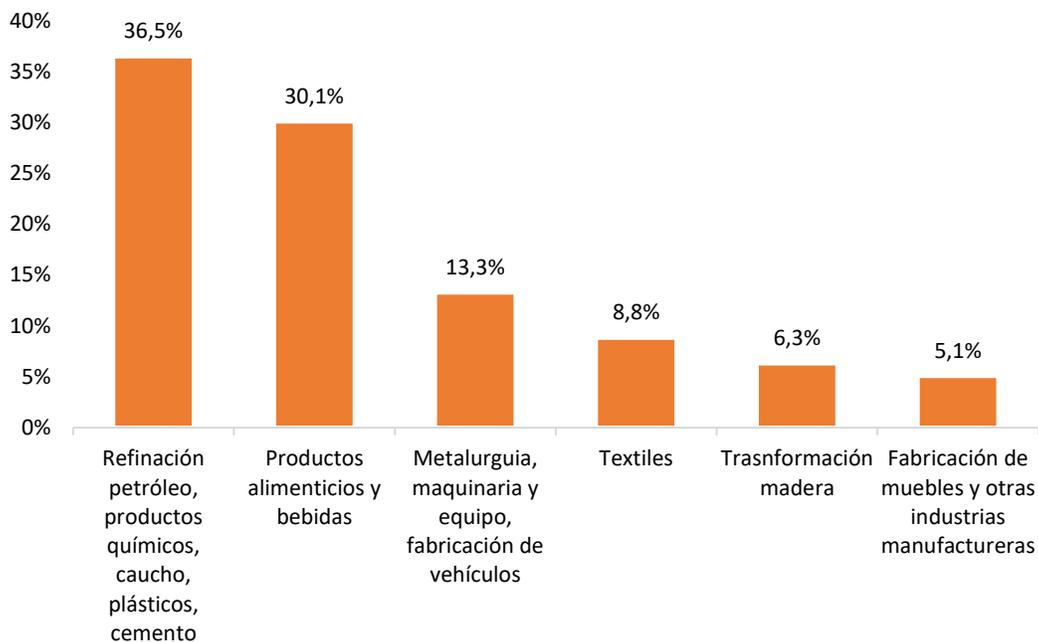
[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Net\\_Zero\\_Carbon\\_Cities\\_An\\_Integrated\\_Approach\\_2021.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Net_Zero_Carbon_Cities_An_Integrated_Approach_2021.pdf)

## 1.6. Comercio, industria y turismo

### Caracterización del sector

El sector comercio, industria y turismo representó el 25,2% del PIB de 2020 y está compuesto por la elaboración de productos alimenticios y bebidas, la fabricación de textiles, la transformación de la madera y fabricación de papel, coquización, refinación del petróleo, y fabricación de químicos, transformación de minerales no metálicos, fabricación de maquinaria y equipos, la metalurgia, y fabricación de muebles. En el sector industrial el 37% se concentra en refinación de petróleo, productos químicos, caucho, plásticos y cemento, el 30% en el sector alimentos, 13% en metalurgia y equipos, 9% en la industria textil, la madera y su transformación representa el 6% y muebles y otras industrias manufactureras el 5% del sector (Ver Gráfica 6.1).

**Gráfica 6.1. Distribución sectorial año 2020 sector industria**



Fuente: Elaboración propia a partir de cuentas nacionales (DANE, 2020). La distribución de las emisiones por sector se encuentra en la Tabla 6.1 para el año 2014. Allí puede observarse que el 80% de las emisiones del sector se concentran en los sectores de cemento, productos químicos para la refrigeración y el aire acondicionado y la industria de los metales.

**Tabla 6.1. Emisiones por IPPU**

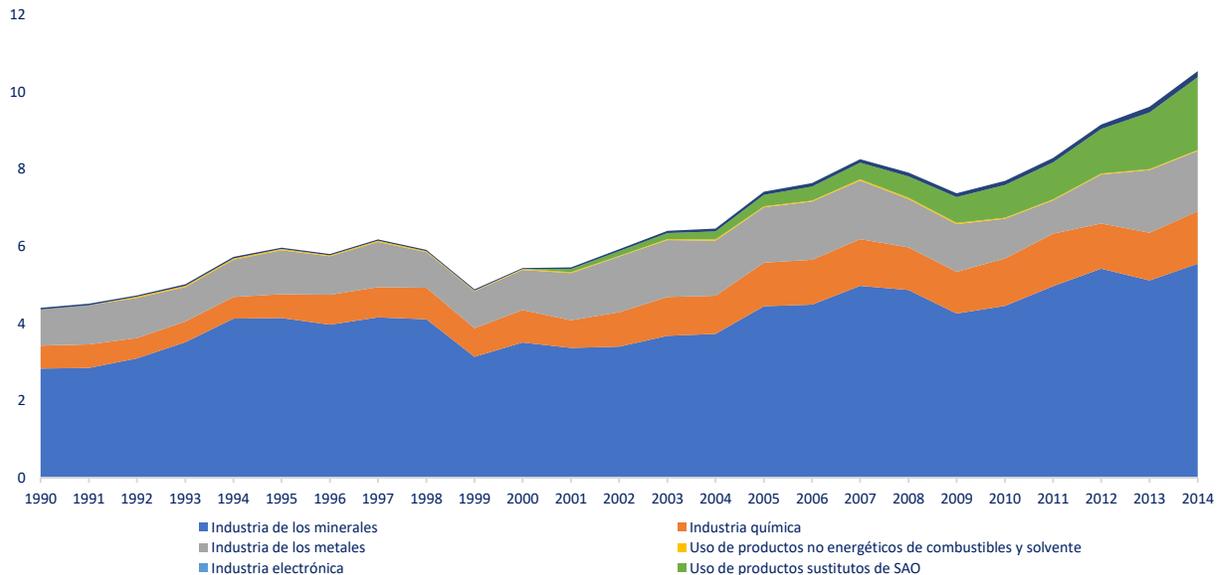
Emisiones sector industrial	Mt CO <sub>2</sub> eq	Porcentaje
Industria de los minerales (concentradas en cemento, cal, vidrio)	5.545	52,6%
Uso de productos sustitutos que agotan la capa de ozono (refrigeración y aire acondicionado)	1.891	17,9%
Industria de los metales (concentradas en acero, hierro y ferroaleaciones)	1.564	14,8%
Industria Química (concentradas en producción de amoníaco, petroquímica, etileno, negro de humo)	1.36	12,9%
Manufactura y utilización de otros productos	0.157	1,5%

Uso de productos no energéticos de combustibles y solventes (concentradas en uso de lubricantes)	0.021	0,2%
--	-------	------

Fuente: Elaboración propia con datos de IDEAM et al., (2018). Nota: La clasificación de las emisiones de IPPU del inventario nacional de gases de efecto invernadero no corresponde a la misma clasificación de cuentas nacionales lo cual dificulta identificar con exactitud las emisiones de cada sector en la industria.

El crecimiento anual promedio en el período 1990 y 2014 de las emisiones del sector industrial ha sido de 3,6%. El crecimiento de las emisiones en el sector industrial ha sido jalonado por el crecimiento en la participación de la refrigeración y el aire acondicionado y el cemento, la industria química y los metales sectores que mantienen su importancia (Ver Gráfica 6.2).

**Gráfica 6.2. Evolución histórica de las emisiones por IPPU y sector 1990 – 2014 (Mt CO<sub>2</sub>eq)**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos IDEAM et al (2018)

La intensidad de las emisiones del sector manufacturero y comercio (emisiones por unidad de PIB) es el más bajo de todos los sectores ubicándose en 0,8 para el 2018. No obstante, cuenta con uno de los mayores consumos de energía por unidad de PIB de la economía de 503 GWh/unidad de PIB. De acuerdo con los cálculos presentados en la sección 1.1, la concentración en el sector de comercio, industria y turismo es la más baja de los sectores analizados. Lo cual, desde la perspectiva de reducción de emisiones y transformación a una economía baja en carbono representa un reto por su carácter descentralizado.

Frente a la distribución espacial el DANE en su Encuesta Anual Manufacturera de 2019 lista 7.631 establecimientos los cuales el 33% se concentran en Bogotá, 21% en Antioquia, 12% en el Valle del Cauca, 8% en Cundinamarca, 4,5% en Santander y el restante de forma más homogénea en el resto del país. En cuanto al tamaño de las empresas según cifras de Confecámaras de 135.608 empresas en el sector manufacturero el 0,8% son grandes, 1,8% es mediana empresa, 7,3% pequeña y 90% microempresas (Confecámaras, 2019).

MINCIT lista 48 gremios y asociaciones en sus registros<sup>10</sup> de las cuales 14 son gremios y asociaciones del sector industrial y el resto de manera dispersa en los sectores comercio, servicios, agropecuario y bancario.

### **Resultados de las entrevistas (entendimiento y opinión de Fedesarrollo)**

- Existen ganancias en eficiencia y competitividad por reducción de costos asociadas a varias de las medidas de mitigación. Pero falta de conocimiento y fuentes de financiación accesibles para pymes dificultan el escalamiento de estas soluciones.
- Los sectores con mejor organización gremial y grandes jugadores tienen mayor facilidad de diálogo y posiblemente de avance en reducción de emisiones. Por su parte, otros sectores, como ladrilleras, enfrentan mayores costos de coordinación y alta informalidad lo que disminuye la costo-efectividad de los esfuerzos por reducir emisiones.
- Las empresas que han establecido metas en reducción de emisiones lo hacen unilateralmente, no como respuesta a los compromisos del país o lineamientos de política. Sugieren que se necesitan señales más claras para acelerar y escalar los procesos de transformación en el sector manufacturero.
- En eficiencia energética en industria existe un retorno positivo en el corto plazo, fuentes de financiación para primeras intervenciones y asistencia técnica disponibles. Sin embargo, hay falta de interés y de conocimiento en las empresas para implementar este tipo de medidas.
- Para las entidades que ofrecen estos programas hay necesidades de financiación estables que permitan llegar a un mayor número de empresas. Las iniciativas que se han hecho hasta ahora han sido con recursos de cooperación de una sola vez. Adicionalmente, las entidades solicitan mayor claridad en cuanto a las metas de empresas a atender, ya que no cuentan con los recursos para atender a más beneficiarios que los establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo.
- En el sector de producción de cemento existe un alto nivel de organización y compromiso interno para reducción de emisiones. Han identificado medidas técnicas que pueden alcanzar reducciones del 44% de emisiones (por ejemplo, sustitución de clínker, coprocesamiento, eficiencia energética). Las empresas de este subsector estiman que hay espacio para aumentar la meta sectorial planteada en la NDC, que requeriría trabajo público-privado para avances normativos y de desarrollo tecnológico. Las empresas más grandes logran superar las barreras de financiación, pero las empresas medianas que representan el 30% del mercado en el país requieren apoyo financiero adicional.
- Una dificultad institucional es la rotación de personal en los Ministerios, que impide el seguimiento y trabajo con actores privados para la definición y cumplimiento de acciones.
- No existe una estrategia clara de gestión y uso de recursos de cooperación. Cada entidad y agencia sectorial busca recursos de manera aislada para sus programas y cumplimiento de metas, lo que lleva a duplicidades y se pierde la oportunidad de potenciar los recursos disponibles.

---

<sup>10</sup> Lista disponible en <https://www.mincit.gov.co/servicio-ciudadano/enlaces-de-interes/directorio-de-agremiaciones-y-asociaciones>

- La definición de acciones de mitigación y adaptación para el sector que están incluidas en el NDC no surgieron de un proceso participativo con el sector privado y otras instancias de gobierno. Se informó a los distintos actores cuáles habían sido propuestas. No existen instancias de diálogo o construcción conjunta.
- Un cuello de botella es la falta de operatividad del RENARE. Algunos actores entrevistados no conocen el Registro, y los que han tenido contacto indican que es complejo y poco claro.

## **Las taxonomías internacionalmente aplicadas en el sector de manufactura**

### Taxonomía de la Unión Europea

La taxonomía de la Unión Europea (UE) permite identificar las actividades económicas que promuevan la reducción de los gases de efecto invernadero, y tiene como objetivo guiar las decisiones de inversión sobre dichas actividades. La taxonomía de la UE para el sector de manufactura tiene en cuenta las siguientes actividades económicas:

- Manufactura de tecnologías bajas en carbono.
- Manufactura de cemento.
- Manufactura de aluminio.
- Manufactura de hierro y acero.
- Manufactura de hidrógeno.
- Manufactura de otros productos químicos básicos inorgánicos.
- Manufactura de otros productos químicos básicos orgánicos.
- Manufactura de fertilizantes y compuestos nitrogenados.
- Manufactura de plásticos en forma primaria.

Establece criterios de elegibilidad de acuerdo con las emisiones de CO<sub>2</sub>eq asociadas a cada uno de los procesos. No hay proyectos específicos para el sector comercio o turismo.

### Taxonomía CBI

La taxonomía propuesta por *Climate Bonds Initiative* (CBI) identifica los activos y proyectos necesarios que contribuyen a disminuir el cambio climático, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido, la taxonomía define los activos y proyectos según su compatibilidad con la reducción de los GEI. Con respecto al sector de industria, según la taxonomía propuesta por CBI, no existe ningún activo o proyecto que cuente con una certificación de Bonos Climáticos. Sumado a lo anterior, no existen activos o proyectos que presenten una compatibilidad automática con los objetivos de la reducción de GEI, requieren más trabajo o cumplir con el indicador de reducción de emisiones. Los activos o proyectos incluidos son:

- Instalaciones de producción de cementos.
- Instalaciones de producción de acero, hierro y aluminio.
- Producción química.
- Instalaciones de producción de vidrio.
- Otras instalaciones de producción primaria.
- Instalación y producción de biocombustibles.
- Instalaciones de producción de combustible de hidrógeno.

- Instalaciones y productos de limpieza como el tratamiento de los gases de escape.
- Productos dedicados a la limpieza o la eficiencia de energía de combustibles fósiles.
- Instalaciones y productos dedicados a la captura y almacenamiento de carbono.
- Manufactura y procedimiento secundario.
- Instalaciones dedicadas a la fabricación de componentes clave para las instalaciones elegibles.
- Instalaciones dedicadas a la fabricación de electrodomésticos y equipos con eficiencia energética.
- Instalaciones dedicadas al almacenamiento, distribución o venta de productos manufacturados.

Como puede observarse, es un listado más amplio que el incluido en el Plan de Cumplimiento de la NDC para Colombia. No hay proyectos específicos para el sector comercio o turismo.

### Las intervenciones en energía propuestas en la actualización NDC 2020 y la taxonomía propuesta por la SFC

En Tabla 6.3 presenta las medidas de mitigación del sector industrial presentadas en la NDC de 2020 para fertilizantes, cemento, ladrilleras, logística y eficiencia energética. El potencial total de mitigación es de 4.6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (reducción del 47% de las emisiones del sector en 2014).

**Tabla 6.3. Medidas de mitigación para el sector comercio industria y turismo incluidas en el Plan de cumplimiento de la NDC Colombia**

Acción	Meta
Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N <sub>2</sub> O en la producción de materias primas de fertilizantes.	0,6 Mt de CO <sub>2</sub> eq derivado de la implementación de sistemas de reducción de emisiones que reduzcan hasta el 80% de N <sub>2</sub> O en procesos de producción en industria química.
Procesos de producción sostenible en el sector cemento.	0,71 Mt de CO <sub>2</sub> derivado de la Sustitución de combustibles basado en la tasa de coprocesamiento: entre (3,31% 2010 al 7,5% en 2015). Proyección para incrementarse al 15% a 2030.
Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria que puedan impactar hasta el 15% en la reducción de energía y/o emisiones.	1,67 de Mt de CO <sub>2</sub> eq
Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras.	0,19 de Mt de CO <sub>2</sub> incremento de la eficiencia energética proyectado con crecimiento agregado anual del 1,5% al 2030
Gestión de proyectos para mejora de las operaciones logísticas y manejo de producto en centros de abastecimiento.	1,47 Mt de CO <sub>2</sub> eq derivado de mejorar la eficiencia de las operaciones de cadena valor de logística relacionadas con los subsectores de la industria manufacturera.

Fuente: actualización de la NDC (2020)

Estas medidas incluyen acciones de eficiencia energética que en el inventario de GEI nacional no son contabilizadas en IPPU sino en el sector energético. Adicionalmente, hay una medida transversal de mitigación, la identificación de otras medidas para la reducción de emisiones por uso de sustancias sustitutas que degradan la capa de ozono (Tabla 6.4). De las cinco medidas de mitigación incluidas, dos están costeadas en CAPEX y OPEX. Las restantes están en revisión. Todas ellas pueden identificarse en taxonomías internacionales para el sector manufactura.

**Tabla 6.4. Medidas transversales para el sector comercio industria y turismo incluidas en el Plan de cumplimiento de la NDC Colombia**

Acciones	Objetivo de la medida	Meta acumulada al año 2030 (MTCO <sub>2</sub> eq)
Estrategia nacional para la reducción de los impactos ambientales equivalentes totales de los sistemas de refrigeración comercial en el subsector de supermercados (tiendas)	Implementar la estrategia nacional de medidas y alternativas que mejoren la eficiencia energética y el impacto ambiental directo de los sistemas y equipos de refrigeración comercial del subsector de tiendas de Colombia	0,32
Plan Nacional para el Fortalecimiento de la gestión ambiental de Bancos de HFC, en los sectores productivos que usan de hidrofluorocarbonos y en la gestión institucional, para cumplir con las metas de reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente.	Fortalecer la gestión ambiental de los bancos de HFC (equipos y sustancias) en los sectores productivos y las autoridades ambientales para lograr la reducción de los bancos existentes, prevención de la acumulación de cantidades adicionales a través de la adopción de tecnologías de bajo potencial de calentamiento atmosférico, reducción de emisiones durante las etapas de uso, desuso y final de la vida útil, en el marco de las políticas y regulaciones de residuos peligrosos (RESPEL) y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), con el fin de contribuir al cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el país.	0,32

Fuente: actualización de la NDC (2020)

La Taxonomía Verde propuesta por la SFC tiene como objetivo identificar y evaluar los activos y las actividades económicas que están alineadas con la contribución al medio ambiente. De esta forma, la taxonomía facilita la movilización de recursos públicos o privados en las actividades económicas que contribuyan al cumplimiento de los objetivos del gobierno nacional en materia de reducir el cambio climático.

Así pues, para seleccionar las actividades económicas y los activos que contribuyen al medio ambiente, la mesa de taxonomía tuvo en cuenta la relevancia económica de cada actividad y su contribución sustancial a la mitigación del cambio climático. Es específico, se priorizaron los sectores responsables de las emisiones directas de gases de efecto invernadero, para luego identificar las actividades que aportan en gran medida a la mitigación del cambio climático.

Las actividades económicas y activos identificados en el sector de manufactura son:

- Manufactura para tecnologías bajas en carbono.
- Componentes que contribuyen a la producción de hidrogeno bajo en carbono.
- Componentes para la fabricación de cemento, componentes para la fabricación de aluminio.
- Componentes para la fabricación de hierro y acero.
- Fabricación de cloro.
- Componentes para la fabricación de productos químicos de base orgánica.
- Componentes involucrados en la fabricación de plásticos en forma primaria.

Este listado no incluye la actividad económica de *manufactura de fertilizantes y compuestos nitrogenados* incluida en la taxonomía de la UE y en el Plan de Cumplimiento de la NDC.

Con respecto de las propuestas presentadas, debe anotarse que la literatura de costos de medidas de mitigación sectorial se han identificado medidas cuyo costo es negativo pues representan un ahorro actual, aunque el cambio puede representar una inversión inicial de capital, y medidas con costo positivo, es decir con un costo por encima de la tecnología actual que produce GEI.

Entre los trabajos más significativos con este fin en el sector industrial se encuentran las curvas marginales de abatimiento desarrolladas por McKinsey & Company (McKinsey&Company, 2013). Allí se presentan las curvas para el sector industrial en tres sectores, cemento, químicos, hierro y acero<sup>11</sup>.

Para la industria del cemento, las medidas con costo marginal de abatimiento negativo son la sustitución de clínker con otros minerales, la sustitución de clínker con cenizas volantes, sustitución de combustibles en hornos, sustitución con escorias. Con un costo positivo muy bajo el uso de biocombustibles y con un costo alto las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono.

En la industria química las medidas que representan un ahorro incluyen eficiencia energética, cambio de combustible de petróleo y derivados a gas, descomposición de gases GEI que no sean CO<sub>2</sub>, intensificación catalítica de procesos. Con costo significativo u alto se encuentran usar biocombustibles, captura y almacenamiento de carbono.

Para el sector de hierro y acero, las medidas que deben priorizarse por su costo marginal de abatimiento negativo son la cogeneración y la sustitución del coque. En contraste las siguientes tienen un costo marginal de abatimiento positivo: eficiencia energética, fundición directa, captura y almacenamiento de carbono, cambios de alto horno de arco a hornos de arco eléctrico (Tabla 6.5).

---

<sup>11</sup> Debe advertirse que las curvas marginales de abatimiento como herramienta tienen como principal limitante que son una “foto” del costo de medidas y tecnologías actuales, no son dinámicas y deben reevaluarse con cierta frecuencia.

**Tabla 6.5. Principales intervenciones en cemento, química, hierro y acero**

	<b>Cemento</b>	<b>Química</b>	<b>Hierro y acero</b>
Costo marginal de abatimiento negativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución de clínker</li> <li>• Sustitución de combustibles en hornos (coprocesamiento)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética</li> <li>• Cambio de combustible a gas</li> <li>• Intensificación catalítica de procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cogeneración</li> <li>• Sustitución de coque</li> </ul>
Costo marginal de abatimiento positivo bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de biocombustibles</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética</li> </ul>
Costo marginal de abatimiento positivo alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías de captura y almacenamiento de carbono</li> <li>• Uso potencial de hidrógeno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de biocombustibles</li> <li>• Tecnologías de captura y almacenamiento de carbono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundición directa</li> <li>• Tecnologías de captura y almacenamiento de carbono</li> <li>• Cambio de alto horno de arco a hornos de arco eléctrico</li> </ul>

Fuente: McKinsey&Company, 2013

La industria de cemento, hierro y acero y químicos son las industrias más difíciles de descarbonizar y por ende tienen altos costos y necesidades de recursos para hacerlo. El acero produce CO<sub>2</sub> en sus fuentes de calor y el proceso químico, el cemento como parte de su proceso químico. El resto de la industria química usa en la mayoría de sus procesos el petróleo, carbón y gas como materia prima que es de difícil reemplazo. En consecuencia, estas industrias y otras comparten desafíos técnicos en común, incluidas las emisiones de proceso de dióxido de carbono, la necesidad de altas temperaturas y el uso potencial de hidrógeno (Gross, 2021). Las medidas de mitigación en el sector industrial pueden apalancar sinergias teniendo en cuenta estas características.

En el sector comercio, las medidas más importantes incluyen mejoras de eficiencia logística (optimización de rutas y cadenas de distribución) y medidas de cambio de comportamiento reducen el consumo de combustible, así como optimización de procesos para reducción de consumo energético. En el sector turismo, las medidas más atractivas a nivel internacional incluyen la adecuación de edificios e instalaciones con mayor eficiencia energética (luz, refrigeración, calor, etc.) y adquisición de alimentos, bebidas y otros productos cuya elaboración implemente estándares de sostenibilidad (bienes y materiales reciclados, demanda de productos locales).

Aparte de las barreras financieras y de complejidad tecnológica, se han identificado los siguientes obstáculos para la financiación climática: problemas organizacionales en las empresas, falta de capacidades para estructurar nuevos proyectos, inercia en los procesos o desconocimiento, efectos competitivos, y madurez tecnológica (McKinsey&Company, 2013).

\*

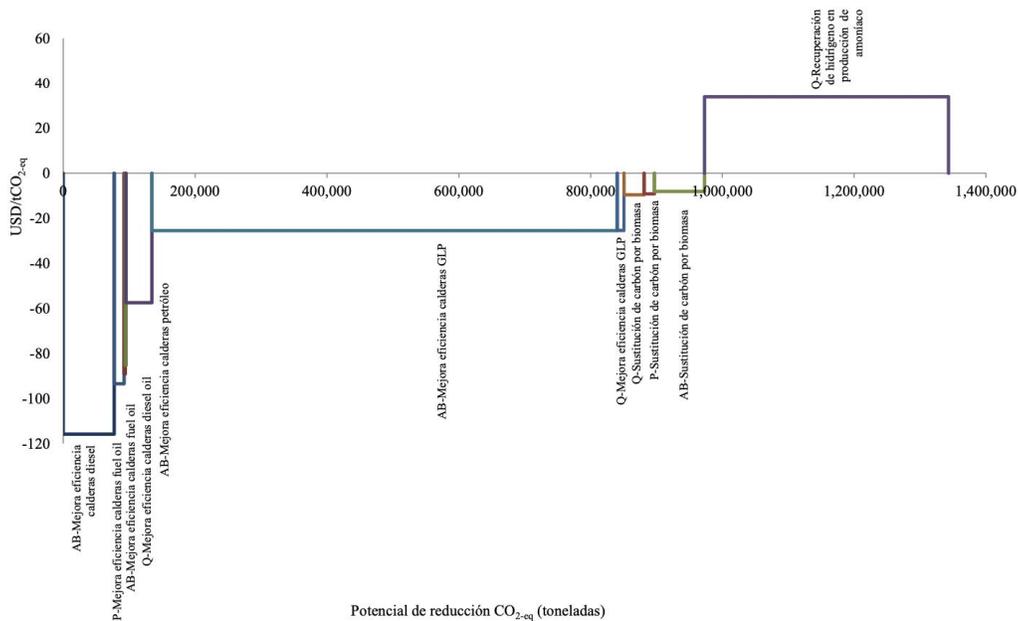
**Apéndice: Lecciones de la curva de abatimiento sector industrial de 2014 para Colombia**

En 2014 la Universidad de los Andes estimó las curvas marginales de abatimiento (MACC por sus siglas en inglés) para Colombia donde se incluyó la del sector industrial (Cadena et al., 2014). Las curvan MACC presentan de forma gráfica las opciones de reducción de emisiones por proyecto o medida por potencial de mitigación en unidades físicas de mitigación (usualmente toneladas de CO<sub>2</sub>eq) y su costo marginal en el eje horizontal y vertical respectivamente.

Para la MACC del sector industrial el costo de cada medida es el valor presente neto del flujo de caja a lo largo de la vida útil del proyecto. Y el costo marginal es la diferencia entre los costos del escenario de referencia y el escenario con la medida. Los costos considerados incluyeron los costos de inversión, gastos de operación y mantenimiento, costos de salvamento y los ingresos que genere la medida. Los costos se presentaron en dólares constantes de 2010.

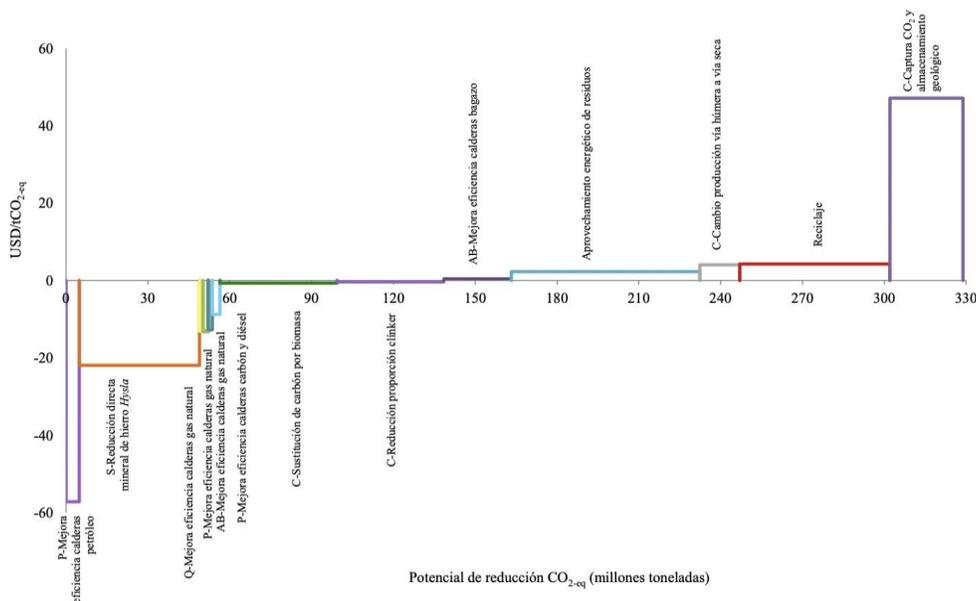
La MACC industrial de esta manera muestra la costo-efectividad de diferentes opciones de mitigación y la cantidad total de CO<sub>2</sub> equivalente reducido para el periodo 2010 – 2040. Esta MACC fue desarrollada como insumo técnico para la elaboración de la NDC de Colombia en el año 2015, para la actualización en 2020 el gobierno en cabeza del Ministerio de Ambiente se encuentra realizando las curvas MACC en 2021. Para el sector industrial se realizaron dos curvas de abatimiento según medidas con un potencial menor a un millón de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente y superior a un millón (Gráficas A6.1 y A6.2).

**Gráfica A6.1. Curva de costo marginal de abatimiento del sector industrial – potencial de reducción de emisiones menor 1 Mt de CO<sub>2</sub>eq**



Fuente: Tomado de Cadena et al., (2014). \*AB: alimentos y bebidas; C: cemento; P: papel; Q: químicos; S: siderurgia.

**Gráfica A6.2. Curva de costo marginal de abatimiento del sector industrial – potencial de reducción de emisiones superior a 1 Mt de CO<sub>2</sub>eq**



Fuente: Tomado de Cadena et al., (2014). \*AB: alimentos y bebidas; C: cemento; P: papel; Q: químicos; S: siderurgia.

Para las medidas con un *potencial menor a 1 Mt de CO<sub>2</sub>eq*, la mejora de eficiencia de calderas diésel, fuel oil, diésel oil y petróleo contaba con un costo marginal por tonelada negativo entre -120 y -60 USD. Con costo marginal negativo también pero menor en valor absoluto entre -30 a -10 USD/tonelada se encuentran eficiencia de calderas GLP, sustitución de carbón por biomasa. Con un costo marginal positivo de 35 USD/tonelada aproximadamente se encuentra la recuperación de hidrógeno en la producción de amoníaco. Todas estas medidas son para la industria de alimentos y bebidas, papel y químicos.

Para un *potencial de reducción de emisiones por encima de 1 Mt de CO<sub>2</sub>eq*, la industria de papel con mejoras en sus calderas de petróleo tiene un costo de -58USD/tonelada, luego entre -25 a -10 USD/tonelada reducción directa mineral de hierro Hysla, mejora eficiencia calderas gas natural en químicos, papel y alimentos y bebidas, y mejora de eficiencia de calderas de carbón en papel. Con un costo marginal negativo muy bajo la sustitución de carbón por biomasa y la proporción de Clínker en cemento. En contraste, con costo marginal positivo pero bajo se encuentra el aprovechamiento energético de residuos, el cambio de producción vía húmeda a vía seca en cemento y reciclaje. Con un costo de más de 50 USD/tonelada CO<sub>2</sub>eq en cemento se encuentra la captura de CO<sub>2</sub> y almacenamiento geológico.

**Tabla A6.1. Lista de medidas de mitigación sector industria MACC 2014 para Colombia**

Medida	Reducción CO <sub>2</sub> eq (millones toneladas)	Costo efectividad (USD/tonelada)	% reducción
Mejora de eficiencia de calderas de diésel oil - alimentos y bebidas	0,08	-116	0,02%
Mejora de eficiencia de calderas de fuel oil - papel	0,02	-93	0,01%
Mejora de eficiencia de calderas de diésel oil - químicos	0,002	-89	0,00%
Mejora de eficiencia de calderas de fuel oil - alimentos y bebidas	0,001	-85	0,00%
Mejora de eficiencia de calderas de petróleo - papel	5	-57	1,51%
Mejora de eficiencia de calderas de petróleo - alimentos y bebidas	0,04	-57	0,01%
Mejora de eficiencia de calderas de GLP - alimentos y bebidas	1	-25	0,30%
Mejora de eficiencia de calderas de GLP - químicos	0,01	-25	0,00%
Reducción directa del mineral de hierro con tecnología Hylsa	44	-22	13,31%
Mejora de eficiencia de calderas de gas natural - papel	2	-13	0,60%
Mejora de eficiencia de calderas de gas natural - químicos	1	-13	0,30%
Mejora de eficiencia de calderas de gas natural - alimentos y bebidas	1	-13	0,30%
Sustitución de carbón por biomasa - químicos	0,03	-10	0,01%
Mejora de eficiencia de calderas de carbón y diésel oil - papel	3	-9	0,91%
Sustitución de carbón por biomasa - papel	0,02	-9	0,01%
Sustitución de carbón por biomasa - alimentos y bebidas	0,08	-8	0,02%
Sustitución de carbón por biomasa - cemento	43	-0.7	13,00%
Reducción de la proporción de clínker - cemento	39	-0.4	11,79%
Mejora de eficiencia de calderas de bagazo - alimentos y bebidas	25	0.4	7,56%
Aprovechamiento energético de residuos sólidos - transversal	69	2	20,87%
Reciclaje - transversal	55	4	16,63%
Cambio de producción de vía húmeda a vía seca - cemento	15	4	4,54%
Recuperación de hidrógeno en la producción de amoníaco	0,4	34	0,12%
Captura de CO <sub>2</sub> y almacenamiento geológico - cemento	27	47	8,16%

**\* El color azul representa el 80% del total de reducción de emisiones**

Fuente: Elaborado a partir de (Cadena et al., 2014)

De manera general se observa que *la mayoría de las medidas con un costo marginal negativo o bajo se concentran en la industria de bebidas y alimentos, papel y químicos* y el sector con mayores costos el sector cemento y siderurgia. Lo cual plantea un reto enorme pues son estos dos últimos sectores los cuales contribuyen significativamente a las emisiones del sector (ver perfil de emisiones).

La Tabla A6.1 enumera todas las medidas para el sector industrial organizadas de menor a mayor costo marginal de abatimiento por tonelada de CO<sub>2</sub>eq reducida. Allí puede observarse que *la mayoría de las intervenciones con costos marginales negativos son mejoras de eficiencia energética pero con un potencial de mitigación muy bajo, por debajo de un millón de toneladas*. Las mayores oportunidades por reducción de emisiones (80% del total) se encuentran en el sector cemento, siderurgia y transversal en la forma de reciclaje y aprovechamiento energético de los residuos.

### Referencias

Cadena, A., Delgado, R., Espinosa, M., Hernández, M., Londoño, M., Márquez, J. C., Ovalle, K., & Rosales, R. (2014). *PRODUCTOS ANALÍTICOS PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES SOBRE ACCIONES DE MITIGACIÓN A NIVEL SECTORIAL: CURVAS DE ABATIMIENTO PARA COLOMBIA*. Universidad de los Andes.

[https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/estudios\\_de\\_costos\\_de\\_abatimiento/general/General.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/estudios_de_costos_de_abatimiento/general/General.pdf)

Castro, J. E. S., Pérez, P. N. P., & Pérez, G. S. (2014). Concentración de la industria manufacturera en Colombia, 2001-2010: Una aproximación a partir del índice de Herfindahl-Hirschman. *Diálogos de saberes*, 40, 115–138. <https://doi.org/10.18041/0124-0021/dialogos.40.213>

CBI. (2020). *Bringing Transparency to Green Bonds in Latin America and the Caribbean*.

Confecámaras, S. (2019). 2019: ¿Cuántas empresas hay en Colombia? <http://economiaaplicada.co/index.php/10-noticias/1493-2019-cuantas-empresas-hay-en-colombia>

DANE. (2020). *Producto Interno Bruto (PIB), II trimestre 2020 preliminar*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol\\_PIB\\_IItrim20\\_produccion\\_y\\_gasto.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IItrim20_produccion_y_gasto.pdf)

Gross, S. (2021). *The Challenge of Decarbonizing Heavy Industry*. Brookings Institution. <https://www.brookings.edu/research/the-challenge-of-decarbonizing-heavy-industry/>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería. (2018). *Segundo Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería.

McKinsey&Company. (2013). *Pathways to a Low Carbon Economy. Abatement Cost Curve*. McKinsey&Company.

OEC. (2020). *OEC - The Observatory of Economic Complexity | OEC*. OEC - The Observatory of Economic Complexity. <https://app-bee.oec.world/>

PACE. (2021). *Circularity Gap Report 2021—Insights—Circle Economy*. <https://www.circle-economy.com/resources/circularity-gap-report-2021>

WEF. (2021). *Circular Economy*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/projects/circular-economy/>

World Bank Group. (2021). *Circular Economy in Industrial Parks: Technologies for Competitiveness*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35419>

## 1.7. Agricultura

### Caracterización del sector

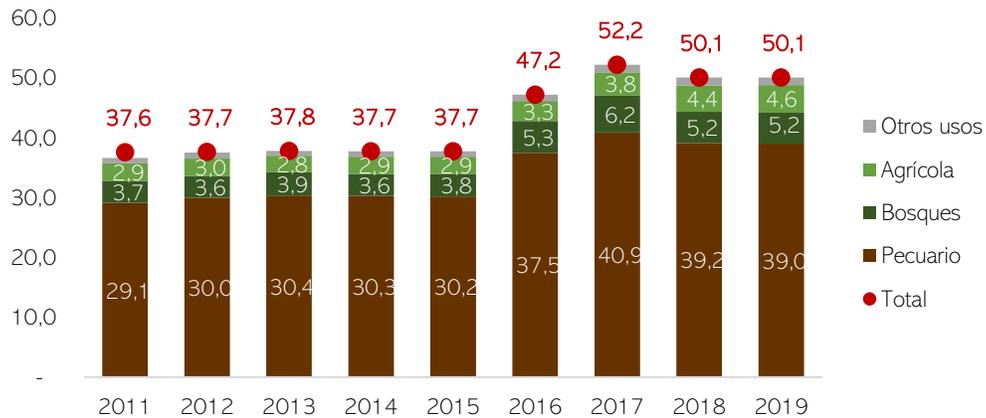
El crecimiento económico de la agricultura en los últimos 10 años se ubicó alrededor de 3,1% anual, pero habría empezado a desacelerarse desde 2018. A nivel de los subsectores de la agricultura, son los cultivos agrícolas, viveros, explotación mixta (agrícola y pecuaria) los que han contado con la mayor participación (59,7% en promedio en los últimos 10 años), seguidos por la ganadería (27%), el cultivo permanente de café (10,1%) y la pesca y acuicultura (3,1%).

De acuerdo con datos del Directorio Estadístico de Empresas del DANE, en 2020 del total de 767.673 empresas que existen en Colombia 40.618 pertenecen al sector agropecuario (5,3% de participación), y alrededor del 60% se encuentra ubicado en Bogotá y en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca y Santander.

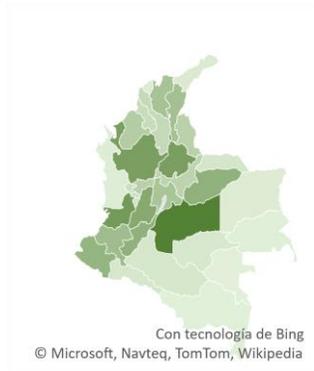
En contraste con la distribución espacial de las empresas del sector, el uso del suelo para actividades pecuarias se concentra principalmente en los departamentos del Meta, Vichada, Casanare, Antioquia, Arauca, Santander, Córdoba y La Guajira, y con fines agrícolas se concentra principalmente en el Meta, Valle del Cauca, Antioquia, Santander, Tolima, Huila, Casanare y Nariño (ENA, 2019) (Gráficas 7.1 a 7.3). En línea con el incremento de las emisiones del sector, mencionado en la sección anterior, el uso del suelo se ha incrementado en los últimos años. De acuerdo con las cifras de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), entre 2011 y 2019 las hectáreas ocupadas en actividades agrícolas y pecuarias crecieron 36,1%, pasando de 32,1 millones de hectáreas en 2011 a 43,6 millones de hectáreas en 2019. Además, es importante resaltar que en 2016 y en 2017 se registraron los mayores crecimientos anuales, de 23,4% y 9,5%, respectivamente, lo que se debe principalmente al incremento del área destinada para actividades pecuarias.

A nivel general, según la ENA, en 2019 se reportó un uso total del suelo en este sector de 50 millones de hectáreas, de las cuales el 78% son de actividades pecuarias, 10,3% son bosques, 9,2% son de actividades agrícolas y 2,6% de otros usos. Lo anterior contrasta negativamente con la vocación del suelo que es de 22 millones de hectáreas para uso agrícola, 4 millones de hectáreas de uso agroforestal y de apenas 15 millones de vocación ganadera (SIAC, 2012).

**Gráfica 7.1. Uso del suelo 2011-2019**  
(Millones de hectáreas)



**Gráfico 7.2. Distribución del uso del suelo con fines agrícolas**



**Gráfico 5.3. Distribución del uso del suelo con fines pecuarios**



Fuente: Encuesta Nacional Agropecuaria DANE.

El Gobierno nacional ha desarrollado variedad de iniciativas<sup>12</sup> para lograr los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático, entre las que se encuentra la NDC del país que fue actualizada en 2020. Sin embargo, a pesar de los variados esfuerzos del Gobierno Nacional para abordar las problemáticas de cambio climático, aún existen espacios de mejora que pueden potenciar el progreso en esta materia. Por ejemplo, de acuerdo con (Tapasco, LeCoq, Ruden, Rivas, & Ortiz, 2019) existen variedad de proyectos locales que tienen el potencial de realizarse a gran escala, pero las entidades públicas no tienen pleno conocimiento de estas iniciativas y por tanto es inexistente el apoyo que podrían dar a este nivel.

<sup>12</sup> En la lista de proyectos se encuentran la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENREDD+) en 2009, la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDDB) en 2011, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) en 2012, la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) en 2016, el impuesto al carbono en 2017, los Acuerdos Cero Deforestación desde 2017 y la Ley de Cambio Climático en 2018, entre otros (Tapasco, LeCoq, Ruden, Rivas, & Ortiz, 2019). Finalmente, en 2020 se presentó la actualización del NDC y en el 2021 se lanzó la estrategia Colombia Carbono Neutral.

Por otra parte, la inconsistencia en el tiempo entre los intereses de las partes puede minar los avances hacia proyectos eficientes en el largo plazo. Esto sucede porque las iniciativas obtienen resultados en un periodo mayor al tiempo que duran en el cargo los servidores públicos, y por tanto estos últimos no se ven incentivados a ejecutar proyectos que no tienen resultados positivos evidentes durante el periodo de su gestión (Tapasco, LeCoq, Ruden, Rivas, & Ortiz, 2019).

Con respecto a los flujos de recursos hacia estos proyectos, la reciente importancia de los temas de cambio climático y de desarrollo sostenible en las agendas de los gobiernos a nivel nacional y local, ha resultado en un aumento de la inversión. No obstante, Rudas y otros (2016) resaltan que las instituciones públicas carecen de capacidad para garantizar la efectividad de la inversión de recursos en iniciativas de impacto, tanto en adaptación como en mitigación, y a su vez de estructurar proyectos ambiciosos que permitan apalancar y ejecutar recursos de varias fuentes, así como monitorear el impacto real en indicadores ambientales y disponer de información confiable. Este último aspecto, aunque se incluye con frecuencia en los proyectos del NDC que buscan crear mecanismos MRV (Medir, Reportar y Verificar) y sistemas de información en la mayoría de los proyectos de mitigación, no incluye una coordinación con otros sistemas de información, ya sean de entidades públicas o privadas, que ya existen en el sector.

Adicionalmente, con el fin de que estas iniciativas de descarbonización sean implementadas a gran escala, se requiere materializar alianzas entre sector público y privado, y teniendo en cuenta la escasa capacidad por parte de las instituciones públicas de involucrar agentes privados en los proyectos, se hace imprescindible involucrar a los gremios de los diferentes subsectores, los cuales podrían ejercer el liderazgo necesario para el éxito de los proyectos. En general, entre las agremiaciones, los mayores avances ambientales se encuentran entre las empresas exportadoras que deben cumplir con estándares ambientales internacionales, y otros gremios que por iniciativa propia ya han realizado avances importantes en adaptación y mitigación, entre los cuales están los involucrados en los NAMA (ganadería, café, panela) y otros, como el arroz, el cacao, la palma y las aves.

El potencial de mitigación del sector agrícola es amplio, de acuerdo, con el análisis de medidas incluidas en la MACC (Curva de costos marginales de abatimiento, por sus siglas en inglés) de 2014. Entre las medidas con mayor potencial se encuentran las plantaciones de aguacate y mango en áreas ganaderas, el pastoreo racional, la introducción de pasturas en la Amazonía plana y ondulada y los sistemas silvopastoriles intensivos (Behrentz, y otros, 2014). Sin embargo, de acuerdo con el BID (2020), la descarbonización del sector AFOLU en los próximos años será un reto importante, en especial por la necesidad de suplir la creciente demanda de comida. En el caso colombiano, de acuerdo con los planes del gobierno esta descarbonización se basaría principalmente en transformaciones tecnológicas y reducciones en el uso de la tierra, esto implica que, por un lado, el uso intensivo del suelo puede demandar más fertilizante y generar más emisiones, pero, por otro lado, la liberación de tierras para la forestación y reforestación compensaría este efecto por medio de una mayor absorción de GEI. En suma, habría un *trade-off* entre la agricultura, la ganadería, la silvicultura y los ambientes naturales.

### Resultados de las entrevistas (entendimiento y opinión de Fedesarrollo)

El sector agrícola es muy amplio y presenta mucha heterogeneidad entre los subsectores que lo componen. Por ello se entrevistó a los gremios con mayor representatividad en el país<sup>13</sup>. A continuación, se resumen los principales hallazgos encontrados en las entrevistas:

- Entre los proyectos privados, las intervenciones que se perciben con mayor potencial de mitigación son:
  - Bioeconomía: valorización de los residuos de la actividad agropecuaria para comercializarlos. E.g: el estiércol estabilizado como fertilizante.
  - Investigación de variabilidades de especies resilientes al clima (arroz, maíz, trigo, papa).
  - Uso de boletines digitales, mensajes de texto, y otras herramientas tecnológicas para llegar con información relevante a los agricultores.
  - La generación de biogás, como energía renovable.
  - La generación de biodiesel para uso en transporte.
- La mayoría de los gremios está realizando iniciativas ambientales propias con financiación autónoma, que no siempre son difundidas a gran escala y tampoco al sector público, esto impide replicar casos de éxito en otros lugares del país.
- En algunos casos para conseguir recursos se requiere que el gremio realice el préstamo en nombre de todos los productores, sin embargo, logísticamente, esto puede no estar al alcance de la agremiación.
- La presencia institucional que apoye a los productores en buscar recursos ya sea de créditos o de cooperación internacional es insuficiente.
- Las alianzas público-privadas o las *blended finance* pueden ser un mecanismo exitoso en la medida que permitan agrupar recursos que ya son destinados a proyectos de sostenibilidad y que puedan tener mayor impacto al ser destinados a fines más ambiciosos en conjunto con otros recursos públicos, esto a su vez busca diversificar el riesgo entre distintas fuentes de recursos.
- La búsqueda de financiación requiere también de asistencia técnica, para implementar proyectos exitosos.
- Falta educación sobre el tema ambiental, divulgación técnica en el campo para adoptar estas medidas y capacitación para el aprovechamiento de los cultivos que son sumideros de carbono para captar recursos mediante bonos de carbono.
- Existen fuentes de recursos, en especial para el sector exportador, asociadas al cumplimiento de sellos y estándares internacionales o de gobiernos que estén dispuestos a

---

<sup>13</sup> Augura, Corpohass, la Sociedad de Agricultores de Colombia, la Federación Colombiana de Productores de Papa, la Federación Nacional de Arroceros, la Federación Nacional de Cacaoteros, la Federación Nacional de Productores de Panela, la Federación Nacional de Avicultores de Colombia, la Asociación Colombiana de Porcicultores, la Federación Nacional de Cafeteros, la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite y la Cámara procultivos de la ANDI. Adicionalmente, se incluyeron entrevistas con otros actores públicos y privados relevantes en el sector, como la CAR de Cundinamarca, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Agrosavia.

financiar a los agricultores que quieran cumplir con esos estándares (colaboraciones con gobiernos de Japón, Holanda y TLC con EE. UU.).

- No necesariamente están involucradas todas las entidades públicas en el logro de la meta plasmada en la NDC, en especial, no es clara la coordinación con gobernaciones y gobiernos municipales.
- A nivel de cada territorio existen varios incentivos en contra de la implementación de medidas ambientales:
  - Muchos productores no son dueños de su tierra y por tanto no se ven incentivados a implementar buenas prácticas en el cuidado de esta.
  - El acceso a recursos con fines verdes sin tener como colateral la propiedad de la tierra es muy difícil.
  - Los planes de ordenamiento territorial no toman en cuenta, por ejemplo, las licencias de olores que pueden resultar en problemas con la comunidad y los sectores residenciales.
- Faltan incentivos económicos para implementar las medidas.
  - No existen modelos implementados de Pagos por Servicios Ambientales.
  - El ahorro del agua, en algunos casos, no se refleja en menores costos por una menor utilización del recurso.
  - El mercado no valora las inversiones ambientales o la disminución de emisiones que hacen los productores, el precio de los productos vendidos sigue siendo el mismo.
  - La regulación no siempre favorece los productos renovables. E.g: porcentajes de biodiesel.
- Los recursos de regalías son una opción viable de financiación.
- Incrementar la globalización y aprovechar los TLC permitiría extrapolar las buenas prácticas ambientales y otras tecnologías en el país.
- Para involucrar actores en el cumplimiento de estándares ambientales es necesario incluir no solo el primer eslabón de la cadena (productor/agricultor/porcicultor/avicultor), pero también otras empresas involucradas en el resto de la cadena de valor, incluso al mismo consumidor.
  - Toma de consciencia por parte del consumidor en la demanda por productos que cumplan con los estándares ambientales, como es el caso europeo.
  - Los recursos que las grandes empresas de alimentos dirigen a proyectos ambientales pueden conectarse hacia atrás en la cadena para financiar proyectos a nivel de fincas y gremios. E.g: Starbucks con caficultores.
  - Las empresas pueden invertir recursos en la medición de su huella de carbono y en colaboración con los gremios medir la huella de carbono de otras actividades que hacen parte de su cadena de valor.
- Hace falta asociatividad y cuando se dan asociaciones, estas no logran encontrar recursos rápidamente.
- Los proyectos de generación de energía renovable en el sector agropecuario no están priorizados en el sector de energía.

- Los planes de las entidades territoriales pueden incluir proyectos ambientales, que se quedan cortos en la implementación por recursos insuficientes.
- Los NAMA son proyectos con mucha más visibilidad, investigación y desarrollo, por tanto, tienen mayor impacto de mitigación y mayores oportunidades de conseguir financiación.

### **Las taxonomías internacionalmente aplicadas en el sector agropecuario**

La taxonomía realizada por la Unión Europea es una herramienta que permite identificar una actividad económica “ambientalmente sostenible” (EU, 2020). De acuerdo con esto una actividad debería cumplir los siguientes criterios: hacen una contribución sustancial a uno de los seis objetivos ambientales<sup>14</sup>; no hacen ningún daño a los otros cinco objetivos y cumplen con garantías mínimas. Para establecer si una contribución es sustancial o no frente a cada uno de los seis objetivos, se establecieron los Technical Screening Criteria (TSC) para ciertos sectores específicos. Sin embargo, hasta ahora solo existe un borrador del TSC para los primeros dos objetivos.

Esta taxonomía propone las siguientes actividades:

- Forestación.
- Rehabilitación de bosques y reforestación.
- Manejo de bosques.
- Conservación de bosques.
- Cultivo de especies perenne.
- Cultivo de especies no perenne.
- Producción animal.

El TSC de agricultura también reconoce la capacidad que tiene el sector de permitir la mitigación en otras actividades económicas, como en la oferta de biomasa y el uso de esta en textiles, materiales basados en bioinsumos, empaques y bioenergía. Adicionalmente, el borrador del TSC para las actividades del sector agropecuario reconoce que puede no ser viable alcanzar cero emisiones en todas las instancias de la actividad económica, y que, por tanto, se deben incluir otras consideraciones en los criterios:

- Reducción de emisiones en la producción animal y las actividades de uso del suelo.
- Incremento del secuestro de carbono y mantención de sus sumideros.
- La actividad agrícola no puede realizarse en suelos considerados de alto almacenamiento de carbono.

Por falta de datos confiables de emisiones y de metas de desempeño específicas para el sector entre los países de la Unión Europea, en el borrador no se incluyen umbrales absolutos para la reducción de emisiones, el incremento de las remociones de carbono y su absorción. En ese sentido, la actividad debe demostrar el cumplimiento de los criterios a través de tres auditorías al año. Cada

---

<sup>14</sup> Los seis objetivos son: i) mitigación del cambio climático, ii) adaptación al cambio climático, iii) uso sostenible del agua, iv) transición a una economía circular, v) control y prevención de la contaminación y vi) protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas.

una de las actividades analizadas en el TSC, tienen un anexo detallado en el que se explican las métricas, porcentajes de reducción de emisiones, instrucciones, notas metodológicas, prácticas de manejo en cada actividad y evaluación de posibles impactos a otros objetivos.

La International Capital Market Association (ICMA) hizo una revisión de las taxonomías tanto propuestas por el mercado como aquellas propuestas desde el sector público, con el fin de permitir la comprensión de estas herramientas y promover la consistencia entre las mismas a la hora de utilizarlas (ICMA, 2021).

La Common Ground Taxonomy liderada por la Unión Europea y China, y que aún no ha salido oficialmente. Esta taxonomía busca consolidar delimitaciones que funcionen a lo largo de todas las jurisdicciones. Así mismo la International Organization for Standardization (ISO) está trabajando en un estándar Environmental performance Evaluation – Green debt instruments, que se publicará en 2022.

La taxonomía Green Bond Endorsed Project Catalogue, anunciada por el Banco Popular de China, la Comisión Nacional de Reforma y Desarrollo, y la Comisión Reguladora de Valores de China, cuya última edición fue publicada en 2021 (PBC, NDRC y CSRC, 2021) incluye las siguientes actividades para agricultura:

- Producción de pesticidas efectivos, de baja toxicidad y bajos residuos.
- Manejo de los residuos y de la contaminación provenientes de la ganadería y la avicultura.
- Reciclaje del plástico usado en la agricultura (plástico para invernaderos, para sistemas de riego etc.).
- Prevención y control de la contaminación provenientes de actividades agrícolas, forestales y de pratericultura.
- Mejora de la infraestructura rural (incluyendo saneamiento básico).
- Desarrollo de la agricultura sostenible (producción de las semillas, protección de animales y plantas).
- Control de áreas protegidas.
- Protección de los recursos genéticos forestales.
- Manejo y protección de granjas marinas.
- Prevención y control de pestes y plagas.
- Mejora de las áreas rurales.
- Agricultura orgánica.
- Cría de animales eficiente y protección del medio ambiente.
- Acuicultura verde (ecológica, recirculación de los sistemas, utilización eficiente de agua).

Otras actividades incluidas en el catálogo que se encuentran clasificadas por fuera del sector agrícola son:

- Manufactura de equipo para el control y tratamiento de la contaminación de la tierra utilizada con fines agrícolas.

- Actividades para la evaluación, tratamiento y control de la contaminación del suelo utilizado con fines agrícolas.
- Reciclaje y utilización de los residuos de la agricultura para la producción de biomasa y biogás.
- Utilización de lodo para la fertilización de la tierra.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Colaboración intersectorial para maximizar la utilización y el reciclaje de los residuos, también para un uso en cascada de la energía.
- Equipo e infraestructura para la producción y el aprovechamiento de la biomasa y el biogás.
- Conservación y restauración de ecosistemas naturales.

Por otro lado, entre las taxonomías establecidas desde el sector privado se destacan la *Climate Bonds Initiative Taxonomy*, que determina la elegibilidad de instrumentos en una lista de bonos verdes. La taxonomía utiliza un sistema de semáforo en el que los activos son verdes si son automáticamente elegibles, naranjas si requieren el cumplimiento de ciertos criterios, rojos si son considerados no elegibles y grises si no se han determinado los criterios para su evaluación.

En la clasificación existe el sector de uso del suelo y de recursos marinos que incluye las siguientes actividades:

- Prácticas agrícolas que demuestren la reducción en emisiones e infraestructura para este mismo fin.
- Plantaciones y bosques naturales para fines comerciales siempre que no sea sobre áreas de paisaje natural, e infraestructura para este mismo fin.
- Manejo y cuidado del suelo e infraestructura para este mismo fin.
- Manejo sostenible de granjas marinas e infraestructura para el mismo fin.
- Infraestructura para la producción de semillas, procesamiento de productos agrícolas, forestales y de acuicultura, siempre que el origen de estos cumpla con ciertos criterios.

Por fuera del sector también se incluyen otras actividades como:

- La producción de biocombustibles, biomasa, biogás, siempre que reduzcan las emisiones en 80% respecto a la línea base de combustibles fósiles y provengan de actividades pecuarias sostenibles.
- Infraestructura para el procesamiento y distribución de bioenergía.
- Monitoreo y sistemas de alerta temprana sobre tormentas, sequías, inundaciones.
- Manejo de aguas lluvias.
- Tratamiento de agua potable y aguas residuales.
- Desalinización de agua salada.
- Manejo y prevención ante riesgos naturales.
- Manejo, reutilización, tratamiento y reciclaje de residuos.

Otra herramienta ampliamente utilizada a nivel internacional son los Green Bond Principles (GBP) que, aunque no corresponden a una taxonomía, si abarcan desde una perspectiva de proyectos la contribución a cinco objetivos ambientales<sup>15</sup> específicos. La lista de proyectos del GBP se clasifica en 10 categorías conocidas en el mercado de bonos verdes, entre las que se encuentra el manejo sostenible de recursos naturales vivos y el uso del suelo. Además, esta herramienta incluye guías, ejemplos para la evaluación de los proyectos por parte de las instituciones financieras y elementos para evaluar aquellos proyectos que se traslapen entre categorías.

En general, las taxonomías deberían tener un alcance claro y específico, utilizar el conocimiento ya plasmado en las taxonomías internacionales para no duplicar esfuerzos, tener una metodología clara de uso para las instituciones financieras, ser compatibles con otras taxonomías globales y, por último, permitir no solo la identificación de umbrales sostenibles, pero también trayectorias para el cumplimiento de las metas a nivel empresa y país.

### **Las intervenciones en agricultura propuestas en la actualización NDC 2020 y la taxonomía propuesta por la SFC**

Con relación a las medidas sectoriales de la actualización NDC 2020 para el sector agrícola (6 del total de 32), la mayoría se pueden clasificar dentro de las taxonomías internacionales y de la taxonomía verde de Colombia, todas cuentan con un cálculo de costos totales, sin embargo, estos no están desagregados en costos de CAPEX y OPEX, y por último el potencial de remoción de carbono total de estas medidas es de alrededor de 22 Mt CO<sub>2</sub>eq, mucho menor al potencial identificado por el análisis MACC mencionado anteriormente (ver sección anterior). Además, es válido resaltar que las intervenciones NAMA presentan avances mucho más claros en sus formulaciones, lo que agilizaría su financiación tanto con recursos nacionales como internacionales. Así como las 6 medidas sectoriales la mayoría de las 18 medidas territoriales agrícolas se puede clasificar en las taxonomías, sin embargo, estas últimas intervenciones se encuentran mucho más rezagadas en comparación con las primeras, puesto que no cuentan con el costeo de su implementación ni tampoco con el cálculo del potencial de remoción de emisiones. Por su parte, la única excepción es la medida de reducción de emisiones en el sector de la palma de aceite que si cuenta con este cálculo. Dentro de las medidas de reducción de emisiones de carbono negro solo se encuentra la reducción de quemas agrícolas, que a pesar de ser una medida muy pertinente para el manejo de la contaminación por residuos y está clasificada dentro de las taxonomías, no cuenta con costeo ni potencial de reducción de emisiones.

El primer borrador de la Taxonomía verde de Colombia<sup>16</sup> establece filtros para delimitar las medidas elegibles como sostenibles o verdes para los sectores de agricultura, ganadería y forestal. En este documento se define la estructura para evaluar un proyecto, iniciando con los requisitos de cumplimiento (normatividad y de gestión ambiental en el Plan Predial), luego con los criterios

---

<sup>15</sup> Los objetivos son: i) mitigación del cambio climático, ii) adaptación al cambio climático, iii) conservación de recursos naturales, iv) conservación de la biodiversidad y v) prevención y control de la contaminación.

<sup>16</sup> El borrador incluye un primer documento técnico con 7 sectores y segundo documento técnico con los sectores de agricultura, ganadería y forestal.

generales de elegibilidad (restauración y promoción y acción climática) y finalmente con los criterios de elegibilidad sectorial (uno para cada uno de los 3 sectores mencionados); estos últimos incluyen una lista de mejoramientos a nivel de prácticas básicas, intermedias y avanzadas.

Esta taxonomía es un paso importante en el camino de reducción de emisiones en el país, permitiendo dilucidar las actividades en el sector agropecuario que son susceptibles de ser financiadas como un proyecto sostenible. Además, este documento incluyó tablas específicas para los subsectores de café, arroz seco, frutales y cacao, permitiendo incrementar el nivel de detalle para la evaluación de estos proyectos. La taxonomía verde de Colombia, al incluir medidas básicas, intermedias y avanzadas va en línea no solo en permitir una evaluación binaria de medidas, pero también guiar una trayectoria para el cumplimiento de las metas a nivel país. Sin embargo, vale la pena revisar algunos aspectos que deberían tomarse en cuenta, facilitando así la compatibilidad entre la oferta y la demanda de recursos.

- Dentro de los criterios de elegibilidad generales se encuentra que para las medidas de mitigación se encuentra el criterio de “demostrar congruencia con el PIGCCT (Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales) aplicable”, indiscutiblemente los proyectos privados deberían ir en línea con los planes del sector público, sin embargo, la demostración de esta congruencia requerirá un apoyo técnico en ambas partes para analizar los PIGCCT involucrados, lo que puede desincentivar la demanda por recursos que exijan este criterio.
- En el documento técnico no se incluyen los objetivos ambientales de economía circular y de prevención y control de la contaminación, lo que conlleva a dejar por fuera importantes proyectos de cerrar el círculo de los productos por medio de medidas de colaboración intersectorial para maximizar la utilización y el reciclaje de los residuos, también para un uso en cascada de la energía y para la distribución de bioinsumos, biogás y biodiesel hacia otros sectores. Así mismo, como una ausencia importante el documento establece que se limita a la producción primaria, sin contemplar medidas que involucren a toda la cadena de valor y que pueden impactar no solo el primer eslabón de la cadena, pero también la generación de emisiones a nivel general.
- Aunque se hace énfasis en las medidas de mitigación, las medidas de adaptación quedaron excluidas en buena medida de la lista de prácticas en los criterios sectoriales, lo que deja un espacio en blanco para aquellos proyectos de adaptación que busquen recursos y sean evaluados con esta taxonomía.

En comparación con la taxonomía de la Unión Europea, en la taxonomía verde no se delimita el alcance de los proyectos en la medida que no hagan ningún daño a los demás objetivos ambientales, además podría incluirse un breve análisis de la relación de las prácticas con cada uno de los objetivos ambientales, similar a la taxonomía europea.

Partiendo de la revisión de las taxonomías antes discutidas se destacan algunas intervenciones excluidas en el listado de medidas incluidas en la actualización de la NDC:

- La generación de bioenergía a partir de los residuos en sectores como el avícola y de palma de aceite, para suplir la demanda de sus mismas unidades productivas y/o de los municipios más cercanos.
- La bioeconomía entendida como la valorización de los residuos de la actividad agropecuaria y agroindustrial para comercializarlos e integrarlos a la cadena de valor de otros productos.
- La agricultura de precisión y digital, por medio de plataformas, o mensajes de texto que permita darles acceso a los agricultores a servicios de extensión vía telefónica.
- Actividades para proveer conocimiento técnico no solo a los productores, pero también a las instituciones financieras para apoyar actividades o activos alineados con la taxonomía.
- Seguros o líneas de negocio que provean cobertura para riesgos frente al cambio climático para actividades o activos que estén alineados con la taxonomía.

Finalmente, algunas exclusiones a nivel de prácticas que deberían incluirse en la taxonomía son:

- Las actividades ambientales relacionadas con la avicultura, porcicultura y acuicultura.
- El reciclaje no solo de residuos orgánicos, pero también inorgánicos. Por ejemplo, en el caso de la taxonomía China, se incluye el reciclaje del plástico usado en la agricultura (en los sistemas de riego, invernaderos).
- El pago de servicios ambientales no está incluido en la agricultura ni en la ganadería, pero sí en el sector forestal, limitando los incentivos económicos que pueden implementarse para varios cultivos que tienen un potencial de absorción de carbono no despreciable.
- Actividades para la evaluación, tratamiento y control de la contaminación del suelo utilizado con fines agrícolas.
- Aunque se incluyen los biodigestores y su instalación (pero no las biorrefinerías), no hay información acerca de los proyectos de infraestructura para el procesamiento y distribución de la bioenergía generada por estos mecanismos.

### Referencias

Behrentz, E., et al. 2014. Productos analíticos para aporta la toma de decisiones sobre acciones de mitigación a nivel sectorial: curvas de abatimiento para Colombia. [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/estudios\\_de\\_costos\\_de\\_abatimiento/general/General.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/estudios_de_costos_de_abatimiento/general/General.pdf)

DNP. 2015. *La clasificación por tamaño empresarial en Colombia: Historia y limitaciones para una propuesta*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/estudios%20econmicos/434.pdf>

DANE. 2021. *Encuesta Nacional Agropecuaria*. Obtenido en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>

DANE. 2021. *Producto Interno Bruto - PIB - Nacional trimestral*. Obtenido en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales>

DANE. 2021. *Encuesta Satélite Ambiental (CSA)*. Obtenido en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/cuenta-satelite-ambiental-csa>

EU. 2020. *Taxonomy report: Technical annex*. EU technical expert group on sustainable finance. [https://ec.europa.eu/info/publications/sustainable-finance-technical-expert-group\\_en](https://ec.europa.eu/info/publications/sustainable-finance-technical-expert-group_en)

ICMA. 2021. *Overview and Recommendations for Sustainable Finance Taxonomies*. <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/ICMA-Overview-and-Recommendations-for-Sustainable-Finance-Taxonomies-May-2021-180521.pdf>

OCDE. 2019. *Climate-related development finance data*. DAC External Development Finance Statistics.

<https://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-topics/climate-change.htm>

OCDE. 2021. *Climate finance provided and mobilised by developed countries*. Paris. <https://www.oecd.org/environment/climate-finance-provided-and-mobilised-by-developed-countries-aggregate-trends-updated-with-2019-data-03590fb7-en.htm>

PBC, NDRC y CSRC. 2021. *Green Bond Endorsed Projects Catalogue (2021 Edition)*. <https://www.climatebonds.net/market/country/china/green-bond-endorsed-project-catalogue>

SIAC. 2012. *Sistema de información ambiental de Colombia*. Obtenido de Sistema de información ambiental de Colombia. <http://www.siac.gov.co/>

Tapasco, J., LeCoq, J., Ruden, A., Rivas, J., & Ortiz, J. 2019. The Livestock Sector in Colombia: Toward a Program to Facilitate Large-Scale Adoption of Mitigation and Adaptation Practices. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00061/full>

UPME. (2020). *Plan Energético Nacional 2020-2050*.

[https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/PEN\\_documento\\_para\\_consulta.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/PEN_documento_para_consulta.pdf)

UPME. (2021). *Balance minero energético*.

[http://www.upme.gov.co/GeneradorConsultas/Consulta\\_Balance.aspx?IdModulo=3](http://www.upme.gov.co/GeneradorConsultas/Consulta_Balance.aspx?IdModulo=3)

World Resources Institute, Oxfam. (2019). Enhancing NDCs: Opportunities in agriculture. [https://files.wri.org/d8/s3fs-public/ndc-enhancement-opportunities-agriculture\\_1.pdf](https://files.wri.org/d8/s3fs-public/ndc-enhancement-opportunities-agriculture_1.pdf)

## **1.8. Forestal, ambiental y uso del suelo**

### **Caracterización del sector**

El sector forestal en Colombia puede caracterizarse en dos grandes dimensiones: la gestión del bosque natural (en el sector ambiental bajo el liderazgo del MADS) y la reforestación comercial (en cabeza del Ministerio de Agricultura). Para los efectos de este análisis, comprende tanto reforestación comercial (silvicultura) como manejo forestal sostenible del bosque natural tanto de productos maderables como no maderables y restauración (ecológica, rehabilitación y recuperación).

### Bosque natural y deforestación

La deforestación es hoy una de las principales preocupaciones de la agenda mundial, no solo de la agenda climática sino también de la agenda de desarrollo sostenible y biodiversidad e incluso de la agenda económica. La deforestación en Colombia genera prácticamente la tercera parte de las emisiones de GEI (IDEAM, TCCNCC) además de la pérdida de una gran cantidad de especies y servicios ecosistémicos irreversible. En diciembre de 2020, el Consejo de Política Económica y Social expidió el documento CONPES 4021 “Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques” con un horizonte de implementación de 10 años y requerimiento de inversiones indicativas estimadas en 714.144 millones de pesos. El DNP justifica la expedición de este CONPES en la ausencia de una visión intersectorial y sistémica en las políticas anteriores para abordar la problemática de la deforestación.

El Sistema de Monitoreo de bosques y carbono del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) analizó las series históricas y sus dinámicas espaciales y determinó que en los últimos 20 años se presentan 11 núcleos donde se ha concentrado la deforestación de manera recurrente y a gran escala. La Gráfica 8.1 muestra la dinámica de deforestación en Colombia en los últimos 20 años y la Gráfica 8.2 muestra los núcleos de deforestación.

**Gráfica 8.1. Evolución de la deforestación en Colombia**

## Dinámica de la deforestación nacional



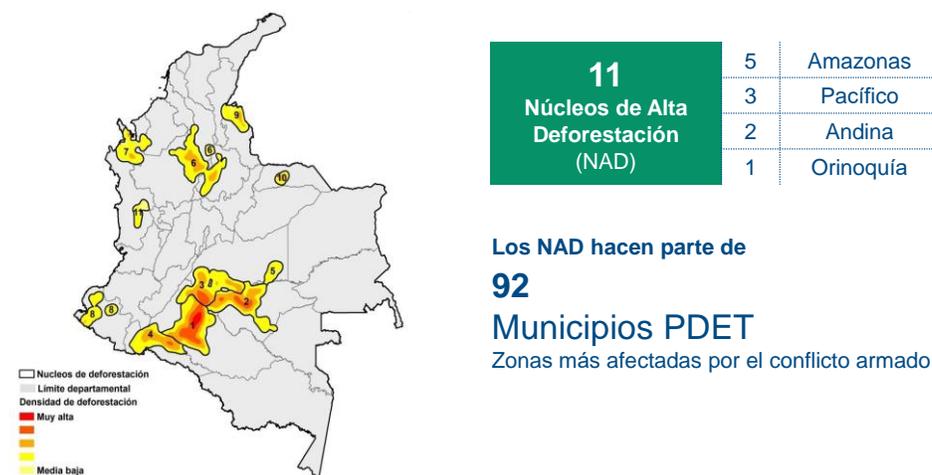
Fuente: IDEAM, 2020.



Fuente: DNP (2020)

**Gráfica 8.2. Núcleos de deforestación**

## Ámbito geográfico de la política



Fuente: DNP-Dirección de Ambiente y Desarrollo Sostenible (DADS), con base en información del IDEAM, 2020.



Fuente: DNP (2020)

Como lo muestra la Gráfica 8.2, la deforestación en Colombia se concentra en la Amazonia (entre el 70 y 80% de la deforestación nacional dependiendo el año), seguida por la zona de la Serranía de San Lucas y Catatumbo. Son regiones caracterizadas por la presencia de economías ilegales, bajo desarrollo económico, altos índices de pobreza, informalidad y ausencia del Estado.

El CONPES establece cuatro líneas estratégicas para llevar al país al cumplimiento de la meta cero deforestación neta en el año 2030: (i) integrar estrategias de aprovechamiento sostenible de los bosques para mejorar la calidad de vida y la economía local de las comunidades; (ii) articular acciones transectoriales que permitan el trabajo conjunto del Gobierno nacional para gestionar los bosques y atender conflictos territoriales; (iii) promover estrategias de prevención y control territorial para reducir las dinámicas ilegales, y (iv) fortalecer la gestión de la información para la toma de decisiones. Estas líneas estratégicas focalizan y desarrollan lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 y en la Estrategia Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques “Bosques Territorios de Vida” (MADS 2018).

La deforestación cero neta se logra al neutralizar la pérdida de bosque por deforestación con la ganancia por procesos de reforestación/restauración u otros; entendiendo que las acciones de ganancia de cobertura forestal deberán corresponder a los criterios determinados en la definición de bosque natural adoptada por Colombia (CONPES 4021). Esto significa que para alcanzar esta meta en el 2030 deben impulsarse actividades contundentes de restauración y reforestación que capturan carbono y simultáneamente reducir significativamente las tasas de deforestación.

El sexto reporte del IPCC sobre cambio climático (en aprobación) destaca la importancia de avanzar hacia emisiones cero netas o negativas y resalta el papel de la conservación y fortalecimiento de los sumideros de carbono como los bosques, pantanos y manglares como acciones urgentes de corto plazo y la reforestación y restauración de ecosistemas como acciones urgentes de mediano plazo y advierte que no basta con reducir las emisiones de GEI sino que es imperativo remover las concentraciones de la atmósfera.

La conservación de los bosques es vital para la mitigación y adaptación al cambio climático. En el primer caso, a través de la reducción de emisiones por deforestación y degradación, además del mantenimiento de los stocks de carbono; en el segundo, al constituirse en una barrera natural frente a catástrofes y eventos climáticos extremos. También permite la protección de poblaciones genéticamente diversas y ecosistemas ricos en especies. La conservación, uso sostenible y restauración de ecosistemas es una categoría por excelencia en la primera línea de las llamadas Soluciones basadas en la Naturaleza.

El estudio *“Mecanismos Financieros para Impulsar la Economía Forestal y Otras Alternativas Productivas Sostenibles Principalmente en Áreas de Alta Deforestación Como Herramienta de Control de Deforestación en el Marco de la EICDGB y PND 2018-2022 “Pacto Por Colombia, Pacto Por La Equidad”* relacionado mas adelante, contiene un análisis muy útil para caracterizar el sector en lo relacionado con el bosque natural y sus principales conclusiones se citan a continuación:

- Sugiere ser un mercado con altísimo potencial si se pudiera hablar de los 59 millones de hectáreas de bosque natural (52% del territorio continental colombiano) como activo subyacente que el país tiene necesidad de conservar y aprovechar
- Culturalmente cuesta pensar en desarrollo y aprovechamiento sostenible del bosque natural.

- Existen dinámicas complejas como el comercio ilegal de tierras, la dificultad de acceso, la tenencia y la propiedad.
- No se cuenta con la infraestructura adecuada lo que implica altos costos logísticos no necesariamente competitivos.
- Es un mercado poco maduro, informal y en gran medida ilegal.
- Las comunidades que viven en la ronda del bosque natural requieren fortalecerse en aspectos de gobernanza y gestión empresarial para realizar un aprovechamiento forestal sostenible con visión de negocio.
- Continúa la existencia del conflicto armado (disidencias y bandas criminales) y poca presencia institucional y estatal con visión de acompañamiento, desarrollo y sostenibilidad
- Las dinámicas de corrupción siguen estando presentes en muchas regiones del país.
- Falta alineación entre las políticas del Gobierno Nacional y las políticas departamentales o municipales para organizar la visión del aprovechamiento forestal sostenible del bosque natural.
- Existe muy poca participación del sector privado legal.
- Existe una alta inestabilidad normativa que puede poner en riesgo algunos proyectos.
- Es un mercado con bajas inversiones.
- El sector forestal no es relevante para el país desde el punto de vista económico, puesto que tiene una baja participación en el PIB y generación de empleo.
- Existen variadas culturas habitando los bosques naturales del país lo que genera diferencias y dificulta la implementación de modelos que sean beneficiosos para todos.

#### Reforestación comercial

Esta sección resume y discute las recomendaciones del estudio *“Mecanismos Financieros para Impulsar la Economía Forestal y Otras Alternativas Productivas Sostenibles Principalmente en Áreas de Alta Deforestación Como Herramienta de Control de Deforestación en el Marco de la EICDGB y PND 2018-2022 “Pacto Por Colombia, Pacto Por La Equidad”*.

La cadena de reforestación comercial comprende dos grupos: el sector primario conformado por proveedores de material vegetal, de insumos, y en general de empresas reforestadoras y el sector secundario, es el industrial y se compone por empresas posteriores en la cadena, es decir encargadas de la transformación y comercialización de maderas y sus derivados como pulpa y papel (Finagro, 2018), citado en Jaramillo 2020. La cadena forestal la componen industrias de pulpa y papel, muebles, construcción, tableros, madera aserrada y manufactura. De acuerdo con Finagro, existen 19.461 empresas vinculadas a la cadena forestal, en su mayoría medianas y pequeñas (Finagro, 2019).

La UPRA identificó alrededor de 24 millones de hectáreas con aptitud para las plantaciones comerciales pero según el Boletín Estadístico Forestal, a junio de 2019 las plantaciones forestales en Colombia ocupaban un área de 568.770 hectáreas mostrando un sector altamente

subdesarrollado y poco aprovechado. Entre 2018 y 2019 las hectáreas de plantaciones comerciales crecieron un 10% (516.461 Ha).

Los niveles de crédito e inversión en esta actividad son también inusualmente bajos. Para el 2017, el valor otorgado por crédito de fomento para la reforestación comercial fue de \$94.000 Millones COP en un total de 202 operaciones, cifra que representa tan solo el 1% del total de créditos colocados por Finagro ese año para el desarrollo del sector Agropecuario (\$14,8 Billones COP). Esto representó un decrecimiento del 20% del crédito otorgado en 2016, y principalmente fue como fuente de capital de trabajo (\$46 mil millones COP) e inversiones de siembra, infraestructura, transformación y comercialización (\$43 mil millones COP), adicionalmente se otorgaron recursos para consolidación de pasivos (Alrededor de 5 mil millones COP) (Finagro, 2018) en Jaramillo 2020.

De acuerdo con Finagro, la producción promedio de Colombia se ubica en 3 millones de toneladas por año, provenientes mayormente de los departamentos de Antioquia, Cauca y Valle del Cauca. La demanda esperada en la próxima década dobla la demanda actual y asciende a 4,2 millones de m<sup>3</sup> rollizos de madera a nivel local y 1,7 billones de m<sup>3</sup> rollizos en el mercado internacional (UPRA, 2018). De esta forma, la demanda de productos maderables esperada en los siguientes años a nivel local e internacional supone una gran oportunidad para que nuevos actores aparezcan en el mercado, así como para la consolidación de los actuales actores. (Jaramillo 2020)

A pesar de que las proyecciones expresan estos crecimientos exponenciales, los volúmenes proyectados podrían no alcanzar dichos valores teniendo en cuenta la producción anual del país (3 millones de tonelada por año, provenientes mayormente de los departamentos de Antioquia, Cauca y Valle del Cauca según Finagro (Finagro, 2018)). Para lograr los crecimientos esperados es necesario, entre otras acciones, formalizar, fortalecer y modernizar la industria maderera del país.

Una oportunidad adicional viene con la estrategia para el Crecimiento Verde, con la cual se estima un crecimiento en los mercados de productos forestales maderables primarios tradicionales, así como en los de valor agregado. También se esperan nuevos mercados para productos forestales maderables innovadores, tales como bio compuestos y bioenergía; todo esto sumado a una optimización en el desarrollo industrial en toda la cadena de valor (UPRA, 2018).

Es importante mencionar que la ilegalidad que existe en la comercialización de madera en Colombia es un punto crítico, según el Pacto por la madera legal, aproximadamente el 47% de la madera comercializada es ilegal, afectando el valor y el mercado pues “en promedio, el valor de la madera legal comercializada en Colombia cada año alcanza los 424 millones de dólares. En comparación, el valor anual de la madera ilegal es de 82.5 millones de dólares, cerca de un 20% del comercio legal” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

De acuerdo con la presentación realizada por el MADS “Uso sostenible de la biodiversidad para el impulso de la economía forestal” en el marco del Taller de Financiamiento del Sector Forestal de Finagro entre octubre y noviembre 2019, hay 8.090 empresas forestales identificadas, de las cuales

3.308 están registradas y tan solo 62 son reconocidas por su legalidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

El análisis de mercado realizado en el marco de la consultoría realizada por Jaramillo para Fondo Acción – MADS, concluye que “los ingresos analizados para el subsector alcanzan la suma de \$211 mil millones de pesos para el 2018 y presentan un incremento constante a lo largo de los últimos tres (3) años y han venido creciendo a un ritmo por encima de la inflación y con una diferencia frente a esta considerable (Incremento del 29,4% de 2017 a 2018). En términos generales, la utilidad operativa de las empresas de reforestación fue negativa (puede ser por los ciclos de largo plazo), sin embargo, no todas tuvieron valores negativos, pues la Reforestadora Andina alcanzó un margen del 41,8%, de hecho, la proporción de las empresas con margen positivo frente al negativo es de 43% vs 57%.

Aunque el sector tiene potencial de generación económica, pero su materialización debe estar complementarse con apoyo a la gestión, y en lo posible con el aprovechamiento de los incentivos y beneficios que se otorgan o han otorgado a lo largo de los años para los actores. Para no extendernos en el análisis de la utilidad neta, lo que más se logra apreciar es cómo el sector a pesar de tener márgenes operativos negativos, los márgenes netos son positivos y de alrededor de 27%, lo cual sugiere un bajo costo financiero y unos ingresos no operativos altos, los cuales apalancan la utilidad.

Financieramente, los proyectos forestales tienen un alto gasto por depreciación el cual explicaría en gran medida la pérdida operativa, pero también nos indica que la inversión en activos es alta. Al analizar los activos y pasivos, se logra confirmar lo antes mencionado pues se aprecia un alto valor en activos (\$1,6 billones de pesos) frente a un pasivo menor de \$247 mil millones, el nivel de endeudamiento es de 15,25% el cual es considerablemente bajo.

Las principales conclusiones sobre características del mercado en Plantaciones forestales con fines comerciales relacionadas por el estudio de Jaramillo son:

- El aprovechamiento de plantaciones forestales con fines comerciales implica ciclos largos de maduración, por lo tanto, se requiere de un músculo financiero mayor para soportar el flujo de caja del proyecto.
- Es una industria con muy bajo desarrollo y baja industrialización.
- El sector no se ha desarrollado lo suficiente, no cuenta con recursos financieros de largo plazo que soporten los negocios.
- Falta asistencia técnica que asegure la productividad y calidad de la madera.
- Aunque las proyecciones indican un crecimiento de la demanda de productos forestales maderables en Colombia y en el contexto internacional, es necesario ampliar la oferta de madera de origen nacional para abastecer la demanda para el consumo interno de productos forestales maderables.
- La industria debe avanzar en el desarrollo de productos forestales maderables con mayor valor agregado.

### **Resultados de las entrevistas (entendimiento y opinión de Fedesarrollo)**

- Las entrevistas desarrolladas hasta la fecha y los diagnósticos muestran que una de las barreras principales es la inexistencia de estadísticas económicas claras relacionadas con el sector lo cual eleva la percepción de riesgo y también ocasiona que los pocos mecanismos financieros que se han desarrollado no sean atractivos para los inversionistas ni para los mercados.
- Otra barrera de este sector se origina en la tenencia y la propiedad y uso de la tierra. Considerando que el sector forestal requiere el manejo de grandes áreas, este factor no solo dificulta sino que impide la inversión privada. En Colombia hay muchos problemas de tenencia de la tierra, se estima que el 70% de los predios no tienen catastro, las grandes áreas de bosque natural son baldíos de la nación exceptuando las de resguardos indígenas y las correspondientes a los títulos colectivos del pueblo negro.
- El sector financiero (los bancos de segundo piso y los fondos de inversión) no tiene instrumentos que permitan aprovechar las ventajas comparativas en la economía forestal ya que la percepción de riesgo es tan alta que no es posible constituir garantías sobre el vuelo forestal o sobre el bosque en pie y los plazos y el flujo de caja son inadecuados para un sector que requiere inversiones de largo plazo. Esto abre una gran oportunidad para el establecimiento de un fondo ambiental como banco de segundo piso que pueda llenar los vacíos y atraer las inversiones de largo plazo como los fondos de pensiones.
- La mayoría de las tierras en las regiones con potencial forestal son baldíos de la nación, títulos colectivos del pueblo negro y resguardos (estos dos últimos son propiedad colectiva) así que es importante proponer un esquema donde la Nación pueda entrar como socio aportando el usufructo de los baldíos a largo plazo y acompañando a las comunidades en un esquema de concesiones forestales que asocia a la Nación y el capital privado tanto financiero como de las comunidades.
- En cuanto a las barreras regulatorias, se resalta la existencia de una normatividad confusa y contradictoria para la economía forestal. Esta incertidumbre jurídica eleva el riesgo de actividades que además son de largo plazo y retorno tardío. La normatividad exige requisitos que imponen costos de transacción demasiado altos y amortiguan la rentabilidad de los proyectos.
- Hay falta de información clara y capacidad técnica y gerencial que permita desarrollar exitosamente los proyectos de reforestación comercial y de aprovechamiento del bosque natural. No hay capacidad técnica de estructurar y empaquetar proyectos pequeños, dispersos y con grandes niveles de informalidad. La mayoría de las iniciativas de economía forestal son de asociaciones campesinas o comunidades indígenas que no tienen acceso a asistencia técnica ni a formación gerencial, en contabilidad.
- Los factores exógenos de orden público y economías ilegales impactan negativamente el bosque natural y la reforestación comercial. Este sector requiere grandes extensiones de terreno y, en el caso del aprovechamiento forestal sostenible, las zonas de bosque natural están en regiones donde coexisten economías ilegales o problemas de orden público.

- No hay en Colombia un banco de segundo piso enfocado a la reforestación comercial ni al aprovechamiento de bosque natural, que tienen unas características muy diferentes a las inversiones agropecuarias en flujo de caja necesidades de capital de trabajo, plazos y garantías. No existen garantías sobre el bosque en pie o sobre el vuelo forestal por lo que el acceso a créditos se limita a garantías sobre la tierra.
- Los proyectos requieren una inversión inicial alta y no hay opciones adecuadas en volumen y plazos para aportar el flujo de caja y capital que necesitan para despegar.
- El acceso al crédito es complejo, su colocación es poco atractiva para el intermediario financiero y la información que soporta la toma de decisiones es poco disponible y dispendiosa.

### **Las taxonomías internacionalmente aplicadas en el sector forestal**

La Unión Europea adoptó en julio de 2020, aplicable a partir de 2022, una regulación para una taxonomía sostenible. Dentro de las actividades económicas que contribuyen al objetivo de mitigación del cambio climático incluidas en esta taxonomía vale la pena resaltar:

- El aumento del uso de tecnologías de captura y utilización de carbono y de captura y almacenamiento de carbono seguros para el medio ambiente que generen una reducción neta de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- El refuerzo de los sumideros de carbono, en particular mediante la prevención de la deforestación y de la degradación de los bosques, la recuperación de los bosques, la gestión sostenible y la recuperación de las tierras agrícolas, los pastizales y los humedales, la forestación y la agricultura regenerativa.

Dentro de las actividades económicas que aportan al objetivo “Contribución sustancial a la protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas” se encuentran:

- Unas prácticas agrícolas sostenibles, en particular aquellas que contribuyen a mejorar la biodiversidad o a frenar o evitar la degradación de los suelos y otros ecosistemas, la deforestación y la pérdida de hábitats.
- Una gestión forestal sostenible, con unas prácticas y una utilización de los bosques y de los terrenos forestales que contribuyan a mejorar la biodiversidad o que frenen o eviten la degradación de los ecosistemas, la deforestación y la pérdida de hábitats.

Desde la perspectiva privada la *Climate Bonds Initiative* (CBI) ha desarrollado una taxonomía que incluye como categoría la forestal que comprende las actividades reforestación y plantaciones, manejo forestal sostenible, productos no maderables del bosque, restauración y conservación de bosques y cadena productiva forestal. El estándar ha desarrollado un documento específico de criterios forestales para certificación.

## **Las intervenciones forestales propuestas en la actualización NDC 2020 y la taxonomía propuesta por la SFC**

La actualización de la NDC contiene tres metas a 2030 nacionales clasificadas como sector forestal: (i) 368.836 Ha en plantaciones forestales comerciales, (ii) Restauración ecológica para llegar a 962,615 has y iii) Sustitución de fogones tradicionales de leña por 100.000 estufas eficientes. La última está clasificada también en el sector residencial. Adicionalmente contiene una meta intersectorial relativa a “disminuir la tasa de deforestación a 50.000 hectáreas/año al 2030 “ que además es uno de los mayores aportes esperados a la reducción de emisiones con más de 59,18 Mt CO<sub>2</sub>eq. También propone medidas territoriales para los departamentos de Casanare, Meta, Putumayo y Valle del Cauca con metas específicas de mejoramiento de pasturas (3), plantaciones forestales comerciales (4), esquemas silvopastoriles (4 -en algunos casos clasificados como agropecuario y en otros como forestal), restauración y siembra de árboles (4) , estufas eficientes (2) y economía forestal (1)

Es importante analizar separadamente las metas e iniciativas relacionadas con la reforestación comercial y la economía forestal de la sustitución de estufas por un lado y la restauración por otro lado, y separada de la intersectorial de disminución de la deforestación. La disminución de la deforestación depende en gran medida de las alternativas que brinda la economía forestal y las alternativas económicas distintas a la deforestación.

- Meta 9. Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales: Articulación técnica y económica para la producción de madera de plantaciones forestales con fines comerciales con el plan de acción de la cadena. Plantación de 27.282 hectáreas (300.000 hectáreas 2015- 2030). Se prevé el aumento de ambición para el año 2030 a partir del incremento anual de plantaciones a 34.165 ha (46.000 ha, incluyendo escenario de referencia), lo que equivaldría a 368.836 Ha en plantaciones forestales comerciales para el escenario de mitigación a 2030. Estima una reducción de 10,37 Mt CO<sub>2</sub>eq (Modelado con 300,000 ha 2015-2030).
- Meta 26. Restauración ecológica: Iniciativa para la masificación de la restauración ecológica, que busca comenzar o acelerar procesos de restablecimiento de un área de ecosistema boscoso degradada, dañada o destruida con relación a su función, estructura y composición, en línea con el Plan Nacional de Restauración. Pretende alcanzar 962.615 has en el periodo 2015-2030 y estima que removerá 16,94 ton CO<sub>2</sub>eq.
- Meta 27. Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes: disminución del uso de leña en hogares rurales mediante la implementación de estufas eficientes que utilizan una menor cantidad de este combustible para la misma demanda de energía, para prevenir la degradación de bosques. Busca implementar 1.000.000 de estufas eficientes de cocción por leña (2021- 2030) para reducir 2,29 Mt CO<sub>2</sub>eq.
- Meta 31. Reducción intersectorial de la deforestación (REDD+): busca disminuir la tasa de deforestación a 50.000 hectáreas/año al 2030.
- Se estima que el sector aporte una reducción 59,18 Mt CO<sub>2</sub>eq que es casi la tercera parte de la reducción total esperada en la NDC 2020.

Dentro de las prioridades de adaptación hay dos relacionadas con las acciones de mitigación asignadas al sector forestal. La primera está a cabeza del Ministerio de Vivienda, subsector Agua Potable y Saneamiento Básico y se refiere a “Desarrollar acciones de protección y conservación en 24 cuencas abastecedoras de acueductos en los municipios susceptibles al desabastecimiento por temporada de bajas precipitaciones y temporada de lluvia y la segunda está a cabeza del sector Ambiente específicamente Parques Nacionales Naturales de Colombia y aporta a la meta de restauración ecológica: Incremento de 18.000 hectáreas en proceso de restauración, rehabilitación y/o recuperación ecológica en áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y sus zonas de influencia.

Las iniciativas relacionadas en la NDC relacionadas con el sector forestal se caracterizan por un gran potencial de mitigación por su gran participación en las emisiones (no solo en Colombia sino a nivel global), un aporte significativo de beneficios sociales (co-beneficios) incluyendo la reducción de la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático y la captura de carbono en biomasa. Sin embargo, requiere numerosas acciones complementarias del estado en muchos frentes distintos al del sector. Esto exige una plataforma institucional (pública y privada) inexistente hoy que impulse y dinamice las intervenciones requeridas en términos de: capacidad de:

- “Empaquetar” intervenciones dispersas y pequeñas que caracterizan el sector.
- Contar con la capacidad técnica y gerencial para diseñar, implementar y monitorear intervenciones estratégicas incluyendo grandes proyectos para el mercado de carbono nacional e internacional, en las regiones para el sistema general de regalías, para aplicar a fondos climáticos nacionales e internacionales y con destino a instrumentos de financiamiento como bonos verdes, titulaciones, bonos climáticos entre otros.
- Disponer de un fondo o mecanismo financiero tipo banco de segundo piso y un fondo de financiación de capital de riesgo para el sector forestal que resuelva las necesidades específicas de este sector y que incluya tanto plantaciones como manejo forestal sostenible, restauración, productos no maderables y otras alternativas de la economía forestal, y que lidere la participación de la Nación a través de concesiones forestales y bienes públicos en APP para el desarrollo forestal y la restauración.

La Superintendencia Financiera de Colombia está consultando la propuesta de taxonomía verde de Colombia que incluye un anexo de forestería y establece que el término sirve para “abarcar tanto la inversión en conservación y buen manejo de los bosques naturales como en las plantaciones forestales con fines comerciales. En cuanto a productos forestales, el trabajo se acota a la transformación primaria; es decir, a productos obtenidos directamente de la cosecha sin ningún proceso o grado de elaboración y/o de acabado industrial con valor agregado.” La propuesta colombiana contempla las siguientes categorías y acciones:

#### **C1: Criterios de Elegibilidad Sectorial - Inversiones para el fortalecimiento de la forestería sostenible**

- 1. Reducción de la deforestación, de la degradación de bosques naturales y otros riesgos forestales**

- a. Manejo y control del bosque.
- b. Sistemas de monitoreo y control de la cobertura boscosa.
- c. Desarrollo de viveros.
- d. Enriquecimiento de plantaciones forestales.
- e. Integración de servicios ecosistémicos.
- f. Desarrollo de la base productiva y de mercado para productos no maderables y servicios del bosque.
- g. Normatividad e institucionalidad forestal.

## **2. Desarrollo tecnológico, asistencia técnica e infraestructura básica**

- a. Modelos forestales sostenibles y formación de personal capacitado (incluye productos forestales no maderables).
- b. Infraestructura básica para un aprovechamiento sostenible. Tecnología verde para el sector forestal.

Segundo nivel, acciones directas en el territorio: se organizan de acuerdo con tipo de suelo en que se asientan, están divididas en tres subcategorías: (i) la restauración de suelos forestales degradados; (ii) la conservación, manejo y aprovechamiento sostenible de los bosques naturales, y (iii) reforestación con fines comerciales así:

### **C2: Restauración de suelos forestales degradados**

- 1. Prácticas básicas
  - a. Recuperación y manejo del suelo.
  - b. Conservación de recursos hídricos y manejo del agua.
  - c. Restauración ecológica (de ser el objetivo principal).
  - d. Desarrollo de viveros y servicios de siembra.
- 2. Prácticas intermedias
  - a. Barreras rompe vientos, cercas vivas, cortafuegos.
  - b. Protección de bosque y sistemas de monitoreo.
- 3. Prácticas avanzadas o transformativas
  - a. Enriquecimiento de plantación forestal.
  - b. Productos no maderables y servicios relacionados.
  - c. Integración de servicios ecosistémicos.
- 4. Adopciones tecnológicas complementarias
  - a. Biodigestores.
  - b. Eficiencia energética con energías limpias.

### **C3. Conservación, manejo y aprovechamiento sostenible de los bosques naturales**

- 1. Prácticas básicas
  - a. Gestión de los bosques naturales.
  - b. Monitoreo y control de los bosques naturales.
  - c. Desarrollo de viveros y control de plagas para mantener las especies de los bosques naturales.

2. Prácticas intermedias
  - a. Integración de servicios ecosistémicos.
3. Prácticas avanzadas o transformativas
  - a. Productos no maderables y servicios relacionados.
4. Adopciones tecnológicas complementarias
  - a. Biodigestores.
  - b. Eficiencia energética con energías.

#### **C4. Reforestación con fines comerciales**

1. Prácticas básicas
  - a. Manejo de fertilizantes y control de plagas y enfermedades.
  - b. Conservación del suelo y manejo del agua.
2. Prácticas intermedias
  - a. Barreras rompe vientos, rompe fuegos y contra heladas, y cercas vivas.
  - b. Caminos o carretables forestales.
3. Prácticas avanzadas o transformativas
  - a. Abonos orgánicos o verdes (uso de coberturas vegetales).
  - b. Protección de los bosques y sistemas de monitoreo.
  - c. Enriquecimiento de la plantación forestal con corredores biológicos o en policultivos.
  - d. Integración de servicios ecosistémicos, verificación y validación.
4. Adopciones tecnológicas complementarias
  - a. Biodigestores.
  - b. Eficiencia energética con energías limpias.

Finalmente, la Tabla C5 propuesta en el anexo forestal muestra los requisitos técnicos de las prácticas silvícolas consideradas elegibles que deben reflejarse en un Plan de Manejo Forestal. Este Plan pretende asegurar el aprovechamiento forestal sostenible e incorporar los principios de gestión ambiental requeridos en la taxonomía

En una primera revisión, es una propuesta amplia, que incorpora las categorías forestales que también se incluyen en mayor o menor medida las taxonomías de la Unión Europea, la CBI y otras pero todavía no llega a establecer criterios que permitan calificar un proyecto específico, entendiéndose entonces que es la actividad con sus descriptores lo que clasifica por sí misma para considerarse como inversión “verde”.

Contar con una taxonomía verde para el sector forestal que además tenga la cobertura integral y amplia como la que se propone en la regulación en consulta es un elemento fundamental en este sector para dinamizar el flujo de financiamiento pues el sector forestal es uno de los que mayor interés y dinamismo tiene a nivel internacional en el financiamiento climático.

## Referencias

Climate Bonds Initiative. 2020. Climate Bonds Standard V3.0.

[https://www.climatebonds.net/files/files/Climate%20Bonds\\_Standard\\_Version%203\\_0\\_December%202017.pdf](https://www.climatebonds.net/files/files/Climate%20Bonds_Standard_Version%203_0_December%202017.pdf)

DNP. 2020. CONPES 4021 “POLÍTICA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA DEFORESTACIÓN Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES”.

DNP. 2020. Presentación CONPES 4021. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Presentacion-CONPES-Deforestacion-y-gestion-Sostenible-de-Bosques.pdf>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Resumen ejecutivo Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.

IPCC. 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Jaramillo, A. 2020. “Mecanismos Financieros para Impulsar la Economía Forestal y otras Alternativas Productivas Sostenibles Principalmente en Areas de alta Deforestación Como Herramienta para el Control de la Deforestación en el marco de la EICDGB y PND 2018-2022 "PACTO POR COLOMBIA, PACTO POR LA EQUIDAD” Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF Colombia, FEDEMADERAS, CARDER, Pacto por la madera Legal. 2021. [www.elijamaderalegal.com](http://www.elijamaderalegal.com).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2019. “Uso sostenible de la biodiversidad para el impulso de la economía forestal” en I Taller de Financiamiento del Sector Forestal. Finagro.

Parlamento Europeo. 2020. Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones. en

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852&from=EN>

Superintendencia Financiera de Colombia. 2020. “Taxonomía Verde de Colombia,” Anexo 2, “Forestería” proyecto en consulta publica en <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/10109182>

## Capítulo 2. Diagnóstico financiero

Esta sección discute numerosos asuntos que muestran los avances y retos de financiación climática, que se ponen de relieve en buena parte en el resumen de las entrevistas a actores relevantes, sección con la cual comienza este capítulo.

### Resultados de las entrevistas a actores financieros (entendimiento y opinión de Fedesarrollo)

- La falta de una taxonomía para el sistema financiero ha limitado las posibilidades de los bancos de desarrollo de avanzar en sus líneas verdes; sin embargo, han desarrollado un marco conceptual de bono verde donde cuentan con unas categorías de proyectos verdes (Bancoldex), han comenzado a crear una taxonomía para cada línea de la compañía y un marco de apetito de riesgo en temas de sostenibilidad (FDN) o tienen mecanismos de financiación verde y una línea de financiación verde producto de las utilidades de las demás líneas de financiación (Findeter).
- Bancoldex fue de las primeras entidades en emitir bonos verdes para personas naturales, lo que les permitió diferenciar la financiación de proyectos verdes cuando todavía no tenían una línea verde de financiamiento. Bancoldex se acerca de dos formas a los clientes: i) con bancos de primer piso, financian los proyectos que los bancos han identificado como verdes; y ii) desde el 2018 financian directamente proyectos de más de 10 mil millones de pesos de interés nacional y deben cumplir con criterios de cambio climático.
- Finagro plantea que en el sector agropecuario los bancos no entran mucho en el tema de financiación verde porque es costosa, rígida, riesgosa y no existen marcos de referencia. Además, se les pide crear líneas de financiación verde, pero no se mueven a pesar de tener tasas muy bajas. Muchos de los créditos son muy pequeños y es difícil introducir criterios ambientales que hacen más costos los proyectos. Han tenido dificultades para encontrar demanda de crédito para ciertos proyectos verdes como sistemas silvopastoriles.
- En términos generales, se considera que el problema no es la oferta ni demanda de recursos para proyectos verdes, sino de falta de emparejamiento (*match*) entre lo que se ofrece y lo que se demanda.
- Los cuellos de botella más importantes para lograr hacer el *match* entre la oferta y la demanda de la financiación verde son:
  - Legales: las tasas son compensadas o subsidiadas y el subsidio viene del gobierno, o de entidades multilaterales que imponen numerosos requisitos y trámites complicados.
  - Mercado: el público demanda mejores condiciones (plazos, oportunidad de entrega de los recursos, tiempos, procesos menos engorrosos y más expeditos) y para eso necesitan subsidios a la tasa de interés, lo que implica tener que financiar la diferencia con la tasa de interés verdadera. Se percibe que cuando hay alta liquidez en el mercado financiero no hay incentivos para buscar créditos especiales que imponen requisitos adicionales (como los requisitos ambientales y verdes).

- Presupuestal: el déficit fiscal del país es muy grande y eso limita la capacidad de usar recursos públicos para apalancar créditos de desarrollo.
- Capacidades técnicas de los sujetos de crédito: hay empresas que no tienen las capacidades técnicas por lo cual necesitan acompañamiento para estructurar proyectos verdes, y para cumplir con los requisitos de generación, monitoreo y ejecución.
- Estas restricciones han generado que las empresas prefieran pedir un préstamo para un proyecto verde por una línea de financiación tradicional (no verde). Hay un espacio para llenar. Al mismo tiempo si los proyectos verdes se pueden financiar directamente con la banca privada de primer piso hay razones para pensar que ese debería ser el mecanismo y la banca de desarrollo debería concentrarse en proyectos especiales que requieren un apalancamiento (garantías, subsidios u otra figura) que no pueden proveer la banca de primer piso directamente.
- Es necesario balancear criterios de eficiencia administrativa (facilitar procesos, reducir requisitos, viabilizar el cumplimiento de estándares) para garantizar el uso apropiado de los recursos públicos que deben destinarse a lo que el mercado solo no puede proveer. Algunas de las fallas de mercado por resolver pueden estar en: necesidad de garantías, apoyo en la estructuración de proyectos, generación de capacidades en los sujetos del crédito.
- Los bancos de desarrollo están trabajando en oportunidades de productos y de cierre de brechas de fallas de mercado para lograr sus objetivos. Algunos de los productos o áreas de mercado para explorar son leasing verde, proyectos de energías renovables no convencionales, reemplazo de flota. Se necesita innovación en las grandes operaciones pero también en las pequeñas.
- La cooperación internacional tiene restricciones ambientales muy exigentes sobre qué es un proyecto verde. Además, los recursos concesionales llegan en dólares y tienen tasas altas, por lo que pierden competitividad. Algunas entidades de cooperación no tienen presencia en el país y los bancos de desarrollo local podrían apoyarlos para conectar los proyectos con la financiación.
- No todos los bancos cuentan con un Sistema de Análisis de Riesgos Ambientales y Sociales (SARAS), los que lo tienen es débil o lo usan para ciertos tipos de proyectos solamente. Además, no incluye criterios relacionados con los riesgos de emisiones de GEI.
- Comparando sus líneas de financiamiento verde con la taxonomía construida por la Superintendencia Financiera, ven que hay unas categorías que encajan pero otras no tanto. Esta será una oportunidad para revisar sus sistemas, para dar retroalimentación a la recientemente expedida taxonomía. Los pilotos para la implementación de esta también son fundamentales.

### **Cifras de financiamiento climático en Colombia**

A partir de la base de datos “Climate-related development finance” de la OCDE se caracterizaron los flujos de financiamiento externo que llegan al país en el periodo de 2010-2019. A continuación, se muestra la desagregación de la financiación externa dirigida a Colombia de acuerdo con la fuente

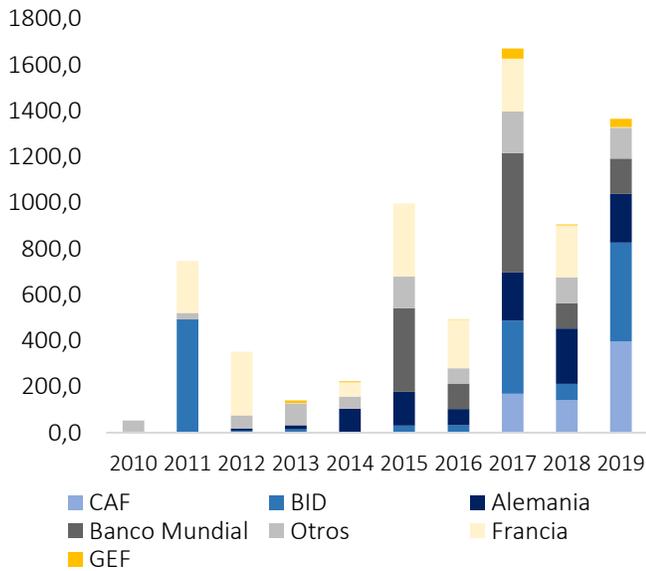
de recursos, los sectores, los instrumentos de financiación y el componente (adaptación o mitigación) (Gráficas 2.1 a 2.4) (OCDE, 2019).

Las cifras de inversión climática no muestran una tendencia clara en el periodo analizado. Los años con un mayor monto de recursos son (Gráfica 2.1) 2017 (USD \$1.670 millones) y 2019 (USD \$1.364 millones). En la misma gráfica se observa que, por fuente de recursos, los bancos de desarrollo, como la CAF (Banco de desarrollo de América Latina), el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y el BM (Banco Mundial), y los gobiernos de países industrializados han sido los principales proveedores de recursos para Colombia. En 2019, los bancos de desarrollo representaron aproximadamente 71,9% de la financiación, casi USD \$980 millones del total de ese año.

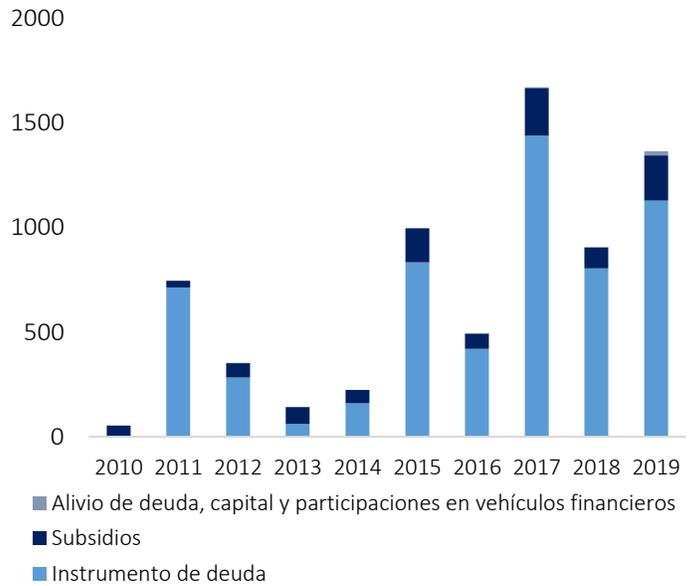
La deuda ha sido el instrumento financiero más utilizado en financiamiento climático. Mantiene una participación alrededor del 80% en los últimos 10 años (Gráfica 2.2). En el 2019 los recursos por deuda movilizaron alrededor de USD \$1.129 millones hacia Colombia. En segundo lugar, se encuentran los subsidios con una participación de 20% en promedio durante este mismo periodo. Las participaciones de estos instrumentos son similares al flujo de recursos a nivel mundial. Por componente, las medidas que más han recibido recursos han sido las enfocadas hacia la mitigación del cambio climático (61,4% del total entre 2010 y 2019), lo que sucede también con los recursos a nivel mundial (Gráfica 2.3). Las medidas que traslapan objetivos de mitigación y adaptación han incrementado su importancia en los últimos 5 años y han recibido en promedio el 24,1% del total de recursos entre 2010 y 2019, mientras que las medidas de adaptación representan el componente que recibe la menor proporción de recursos (14,3%). En el último año los recursos de mitigación y adaptación fueron 1.155 millones de dólares y 116 millones de dólares, respectivamente, mientras que, apenas 92 millones de dólares traslapan ambos componentes.

A nivel sectorial (Gráfica 2.4), los flujos antes de 2015 comportamiento muy volátil. A partir de este año se observa un aumento de flujos hacia los sectores de protección ambiental y minas y energía, 29% y 22% del total de recursos entre 2015 y 2019, respectivamente. En 2019 los sectores con mayores flujos de recursos hacia el país fueron: minas y energía (USD \$592 millones) y otros sectores (USD \$557 millones), seguidos por los sectores de protección ambiental (USD \$90 millones de dólares), agricultura (USD \$72 millones) y agua y saneamiento (USD \$53 millones).

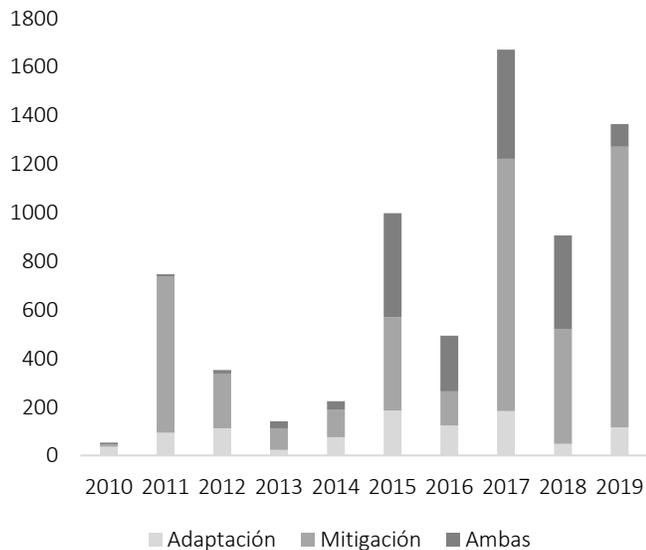
**Gráfica 2.1. Financiamiento para el cambio climático por fuente de recursos**  
(Millones de dólares 2019)



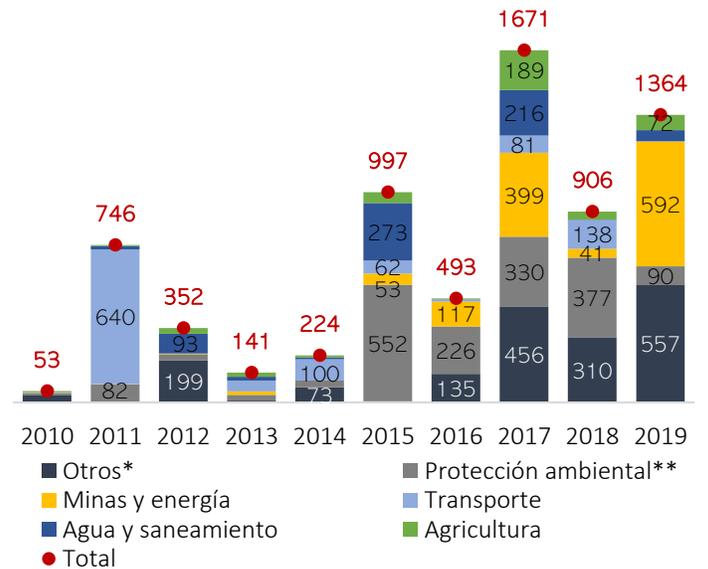
**Gráfico 2.2. Financiamiento para el cambio climático por instrumento financiero**  
(Millones de dólares 2019)



**Gráfica 2.3. Financiamiento para el cambio climático por componente**  
(Millones de dólares constantes 2019)



**Gráfica 2.4. Financiamiento para el cambio climático por sector**  
(Millones de dólares constantes 2019)



Otros\* incluye gobierno y sociedad civil, servicios financieros, multisectoriales, conflicto y paz y no especificados.  
Protección Ambiental\*\* incluye protección ambiental general y preparación y prevención contra desastres.

Fuente: climate-related development finance, OCDE.

### **Barreras y avances en la financiación climática**

En concordancia con la información compilada en las entrevistas, se reconoce que existe una desconexión entre los proyectos verdes y las entidades financieras que pueden dar recursos. Además, no se conoce cuántos recursos deben movilizar a cada sector ni a los proyectos verdes estratégicos para alcanzar las NDC.

Se han identificado 10 barreras en la financiación climática: (i) falta de claridad estratégica y prioridades de los sectores y sus metas para apalancar las NDC, (ii) vacíos en la regulación de bonos temáticos en sentido amplio; (iii) falta de información clara y oportunidad que genere valor a los bancos para poder armar la estrategia y estructurar productos, (iv) ausencia de soluciones financieras y no financieras que apalancen las NDC, (v) falta de incentivos económicos en sectores estratégicos que apalancen las NDC, (vi) falta de instrumentos financieros integrados con instrumentos económicos y de mercado, (vii) falta de identificación necesidades de los sectores de manera oportuna, (viii) falta de foco de los recursos hacia temas estratégicos para apalancar las NDC, (ix) ausencia de análisis de riesgo climático en los análisis y procesos de entidades financieras, y (x) escaso número de entidades financieras con líneas sostenibles.

No obstante, se ha avanzado en la financiación en unos frentes, por ejemplo: (i) el programa *Ruta Net Zero Emisiones* para que las entidades financieras comiencen a medir las emisiones que generan los proyectos financiados, (ii) emisión de bonos verdes, que funcionan como bonos tradicionales + una certificación, pero tienen destinación específica a proyectos verdes, (iii) emisión de bonos de desempeño sostenible atados al cumplimiento de unas metas con indicadores relevantes para el negocio, ambiciosos y medido por 3 años. Todavía no se han emitido bonos de transición son para industrias en las cuales no existen alternativas verdes como tal (e.g. aviación). A su vez, Asobancaria usa la metodología PCAF (Partnership for Carbon Accounting Financials) para clasificar y priorizar las industrias para lograr la descarbonización.

### **Iniciativas del Ministerio de Hacienda y el sector público en financiación verde/climática**

El Ministerio de Hacienda está trabajando en varios frentes para incluir los temas verdes y climáticos en la agenda de Hacienda y en las estrategias de financiamiento de la Nación. Así también busca fortalecer su rol como “apalancador” de recursos para el sector privado y para las entidades territorial. Entre ellos están: un enfoque de sostenibilidad a los modelos macroeconómicos y de desarrollo, implementación de taxonomías, identificación de proyectos verdes y su financiación a través de instrumentos de finanzas climáticas (bonos verdes), desarrollo del mercado de carbono, estructuración de fondos para *blended finance*.

Uno de esos frentes es involucrar el lenguaje climático dentro de los modelos de las proyecciones macroeconómicas, los presupuestos y análisis de riesgos del ministerio. Ya están adoptando la visión de calidad del crecimiento económico involucrando criterios sociales y ambientales. Pues existe una conciencia como Estado de que hay que promover el crecimiento económico, pero de manera sostenible.

También se ha hecho un ejercicio para identificar los proyectos verdes dentro del Presupuesto General de la Nación (PGN), ejercicio que alimentó el proceso de estructuración y emisión del bono verde. El bono verde creado contempla el capital natural (concepción más amplia que incluye emisiones, medio ambiente, biodiversidad) y está por ser emitido el próximo 29 de septiembre de 2021 por un valor de 2 billones de pesos, dividido en 2 emisiones paralelas, para financiar los proyectos verdes del PGN.

El proceso de identificar proyectos verdes para la emisión del bono tuvo algunas limitaciones. Algunos sectores como ambiente, transporte y energía están más avanzados en términos de la estructuración de proyectos y su priorización en el presupuesto en el marco de una coyuntura de restricción fiscal. El rezago en otros sectores constituye una limitante para movilizar mayores recursos. Las razones para este rezago son inciertas; pero, puede tener que ver con las dificultades para analizar los riesgos del cambio climático o también con la dificultad para saber cómo clasificar un proyecto como “verde”.

Para avanzar en el proceso de clasificación de proyectos, iniciativas y actividades como verdes, el sector Hacienda y con el liderazgo de la Superintendencia Financiera desarrollaron la taxonomía para clasificación de financiamiento verde. Se espera que esta taxonomía permita evaluar los proyectos desde el sistema financiero para la movilización de recursos verdes y climáticos privados; además de fortalecer el sistema de planeación, financiación, seguimiento y monitoreo del presupuesto público y de financiamiento externo (con bonos y multilaterales).

Como se enfatiza en el capítulo de diagnóstico transversal, Colombia está rezagada en la construcción y uso de una curva de abatimiento que permita tener suficiente información sobre los proyectos y su potencial de reducción de gases para tomar decisiones sobre asignación de recursos, costos y riesgos. Persisten retos en materia institucional: el proceso de certificación y validación de los proyectos de reducción, captura o remoción de emisiones es desarticulado entre los actores responsables de cada etapa del proceso.

Colombia dispone de una oferta comercial suficiente para financiar proyectos de transición. Es decir, son proyectos completamente verdes (en el análisis estricto de un inversionista verde) pero que sí son inversiones relevantes y de alto potencial para la transición energética. Requieren financiación pero probablemente no será financiación verde.

El Ministerio de Hacienda está desarrollando instrumentos económicos indirectos para internalizar las externalidades producto de comportamientos nocivos para el medio ambiente. Incluir el carbón para todos los usos y el gas natural dentro de los productos sujetos al impuesto al carbono, y otras estrategias que se han desarrollado desde la propuesta de proyecto de ley de crecimiento limpio, y la fallida reforma tributaria, son instrumentos que esperan ir introduciéndose gradualmente y que ofrezcan más recursos para las inversiones verdes y más incentivos para la alineación y el logro de las NDC.

Se ha creado el Fondo de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (Fonclima), un mecanismo que tendrá como objetivo articular, focalizar y financiar programas orientados a la mitigación y adaptación al cambio climático y la implementación de nuevos “impuestos verdes” con los que se espera tener fuentes de recursos que permita hacer *blended finance*.

### **Avances del Protocolo Verde**

El Protocolo Verde es una iniciativa liderada por Asobancaria acompañada por el Gobierno Nacional. El Protocolo está enfocado en generar desde los diferentes actores que hacen parte de la industria financiera, un compromiso con la sostenibilidad y con la implementación de estándares que estén alineados con este principio, no solo en el interior de las organizaciones, sino en el desarrollo de sus actividades de financiación e impulso a diferentes industrias del país.

17 entidades firmaron en 2012 el acuerdo entre el Gobierno y el sector financiero. En 2017 se ratificó el acuerdo y se unieron cinco gremios del sector: Fasecolda, Asofiduciaria, Colcapital, Asofondos y Asomicrofinanzas. También cuenta con alianzas con entidades públicas como DNP y el MADS, y organismos de cooperación como PNUD y PNUMA, y ONGs como WRI y WWF.

Inicialmente se definieron tres estrategias: generar lineamientos e instrumentos para promover el financiamiento del desarrollo con sostenibilidad; promover el consumo sostenible en los procesos internos; y considerar en los análisis de riesgo de crédito e inversión los impactos y costos ambientales y sociales de las actividades y proyectos a ser financiados. Se estableció que las estrategias se acompañarían de acciones de divulgación y dinamización como capacitación técnica en las entidades del sector financiero, la definición de guías y metodologías para las diferentes estrategias, y la revisión de las estrategias cada dos años. Actualmente el Protocolo trabaja alrededor de cuatro focos estratégicos que son productos y servicios verdes, ecoeficiencia, riesgos ambientales y sociales y reporte y divulgación de resultados.

Para cada uno de los focos se cuenta con mesas de trabajo e iniciativas específicas que han producido documentos, estándares, guías e iniciativas prácticas como el proyecto Pilotos de innovación financiera. Este proyecto apoyado por el MADS, DNP Y PNUD, entre otros, busca generar esquemas innovadores de colaboración público-privada que atiendan necesidades específicas de financiamiento en negocios verdes en los sectores transporte, agropecuario e industria. Adicionalmente, desde 2016 ha buscado la compensación de la huella de carbono registrada por los diferentes bancos agremiados en Asobancaria a través de la iniciativa de pago por servicios ambientales BanCO2.

### **Impuesto y mercados de carbono**

El impuesto al carbono fue creado por la Ley 1819 de 2016 para incentivar el cumplimiento de las metas de mitigación de gases efecto invernadero (GEI) a nivel nacional. Consiste en el pago de una tarifa relacionada con el contenido de carbono. Los combustibles que están gravados por este impuesto son: Gasolina, Kerosene, Jet Fuel, ACPM y Fuel Oil. El gas natural también está gravado

pero solo para su uso en la industria de la refinación de hidrocarburos y la petroquímica, y el gas licuado de petróleo (GLP) pero solo para la venta a usuarios industriales. Cada uno de ellos tiene un factor de emisión expresado en ton de CO<sub>2</sub> equivalente por unidad de medida. La trifa para el 2020 es \$17.211 por ton de CO<sub>2</sub>.

La ley establece también que el impuesto al carbono no se causa para los sujetos pasivos que certifiquen ser carbono neutro, de acuerdo con la reglamentación que expida el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esta reglamentación está contenida en el decreto 926 de 2017 y establece que el impuesto no se causa cuando el sujeto pasivo declare y presente certificados de reducción de emisiones equivalentes a la cantidad de emisiones del combustible que genera el impuesto. Estos certificados deben ser expedidos y registrados por un certificador independiente y anulados en un registro, de tal manera que no puedan usarse nuevamente en otra iniciativa de mercado.

El mecanismo de no causación por carbono neutralidad dinamizó muchísimo y despertó un gran interés en los proyectos de reducción de emisiones. En los 4 años de aplicación del mecanismo, EcoRegistry ha registrado 40 proyectos que han certificado reducciones por 23,6 Mt CO<sub>2</sub>eq, el 77,5% proyectos de reforestación, restauración y reducción de la deforestación.

El mercado de carbono tiene como objetivo titularizar las reducciones de emisiones de GEI, reglamenta qué se puede titularizar, cuáles son sus requisitos y quiénes pueden certificarlo. El mercado de carbono envía dos señales: (i) el impuesto al carbono determina el precio de referencia en el mercado (\$17.660 tCO<sub>2</sub> para 2021) y (ii) el gobierno, al entrar como gran comprador, está dispuesto a reducir el recaudo del impuesto con tal de que se realicen proyectos de compensación de emisiones de GEI.

El desarrollo de los mercados de carbono, y del impuesto al carbono contribuye a profundizar las capacidades de Colombia para la reducción de emisiones y para balancear o neutralizar las emisiones. Este último se puede entender como una financiación indirecta del gobierno para balancear las emisiones del país, no para cumplir con las NDC. Sin embargo como las NDC se basan en un escenario BAU (Business As Usual) cualquier esfuerzo en compensación puede contribuir.

Colombia tiene una ventana de oportunidad de desarrollar en detalle la regulación de este mercado para entrar en la competencia internacional por atraer inversionistas de calidad. Durante las entrevistas se ha resaltado que es una de las fuentes de inversión más importantes para los proyectos del sector, y en general para las acciones que tienen costos de reducción por debajo del precio por tonelada del impuesto. Uno de los frentes de trabajo en este sentido es el Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión (Ley 1931 de 2018 Título IV)

El sistema de comercio de emisiones es un instrumento de mercado que se ha implementado con éxito en más de 20 jurisdicciones a nivel mundial para reducir la cantidad de emisiones de GEI (Banco Mundial, 2020). En Colombia, este mecanismo fue creado con la Ley 1931 de 2018, bajo el nombre

de Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (PNCTE). El objetivo central del Sistema RE es contribuir a alcanzar de manera articulada y eficiente las metas climáticas del país, mientras se garantiza la flexibilidad de las empresas para gestionar su transición hacia una economía baja en carbono.

El PNCTE permitirá la creación de un mercado de carbono, es decir un mercado doméstico donde se compran y venden unidades de carbono (por ejemplo, cupos transables de emisión o unidades de reducciones o remociones de GEI). En el alcance de un SCE se define principalmente: i) los sectores y gases cubiertos; ii) el punto en la de producción que es regulado; iii) el umbral de emisiones para ser cubierto y iv) el nivel de obligación de reporte. Los créditos de compensación son reducciones o absorciones de emisiones de GEI resultantes de implementar de manera voluntaria una iniciativa de mitigación bajo programas de certificación o estándares de carbono específicos.

La reglamentación y puesta en marcha del PNCTE permitirá la movilización de flujos de inversión muy significativos entre iniciativas de reducción de emisiones, la reducción de costos marginales de reducción, dinamizar la adopción de nuevas tecnologías y la inversión en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de reducción. Este es uno de los instrumentos más importantes con los que cuenta Colombia para avanzar en el cumplimiento de su NDC y de sus objetivos de desarrollo sostenible.

### **Banca comercial**

Los bancos comerciales en Colombia han avanzado en la emisión de bonos verdes. Bancolombia y Davivienda hicieron emisiones por USD\$ 265 millones. Los primeros fueron sobrescritos 2,5 veces y los segundos 1,7 veces lo que muestra el apetito existente. Por su parte EPSA (Empresa de Energía del Pacífico) emitió el único bono climático certificado con el Criterio Solar del Estándar de *Climate Bonds*. Así, Colombia se posiciona como el primer país latinoamericano con mayor participación de estos bonos hacia los sectores energía y edificación (CBI, 2020).

Sin embargo, la demanda por financiamiento para proyectos sostenibles es mucho mayor. Se estima que solamente en energías renovables el potencial de financiamiento en Colombia es de USD\$ 27.500 millones. El reto está en los mecanismos de certificación de los proyectos financiados para evitar falsos reportes.

### **Taxonomías internacionales de financiación**

Las taxonomías aplicadas a financiación de proyectos verdes son un sistema de clasificación de actividades económicas y activos con contribuciones sustanciales para alcanzar objetivos ambientales que permite alinear los proyectos verdes con recursos. Es una herramienta utilizada por inversionistas, gobiernos, entidades locales y emisores para conocer cuáles son las inversiones clave para lograr una economía baja en carbono. En la revisión internacional, se encontraron cuatro taxonomías:

- Primero, las definiciones de financiamiento climático del *International Finance Corporation* (IFC), la cual es utilizada por organizaciones multilaterales. En ella, se listan las actividades y los criterios de selección de los proyectos sobre cambio climático. Adicionalmente, por medio de la taxonomía y su experiencia, se moldea el debate sobre finanzas verdes o sostenibles y su entendimiento en la diversidad de contextos de los países en vías de desarrollo. Igualmente, plantea recomendaciones sobre los principios y metodologías a ser utilizadas durante la construcción de taxonomías verdes en los países
- Segundo, la taxonomía de la Unión Europea contempla 8 principios clave: (i) cambios rápidos, no progresivos; (ii) basados en la ciencia; (iii) apoyo a la transición de lo “café” a lo “verde”; (iv) necesidad de dinamismo y flexibilidad; (v) procesos claros; (vi) perspectiva de sistema ambiental; (vii) uso fácil; y (viii) apalancamiento de etiquetas existentes. Es de uso mandatorio de los participantes del mercado financiero (bancos, corporaciones, inversionistas grandes) y los estados de la Unión Europea; además, puede ser utilizada de forma voluntaria por cualquier otro actor. La taxonomía incluye que las actividades consideradas deben contribuir sustancialmente con al menos uno de los objetivos de cambio climático definidos en la regulación, no deben afectar los demás objetivos de cambio climático de la regulación y debe cumplir con un mínimo de garantías. Así mismo, se definen los criterios de selección de los proyectos a ser financiados. Los sectores que contempla son: energía, edificaciones, transporte, uso del suelo y manufactura.
- Tercero, el *International Capital Market Association* (ICMA) tienen como misión promover el buen funcionamiento internacional y la coherencia global de los mercados de deuda, los cuales son esenciales para financiar un desarrollo y crecimiento económico sostenible. Para ello, ha construido principios de bonos verdes, un manual sobre financiación de transición climática, una guía de bonos de sostenibilidad y principios de bonos ligados a la sostenibilidad. Estos, están dirigidos a emisores de bonos verdes, además de ser relevante para registrar las contribuciones a las metas de cambio climático nacionales.
- Cuarto, la taxonomía del *Climate Bond Initiative* (CBI) se basó en la ciencia, particularmente el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) y el *International Energy Agency* (IEA), para definir los proyectos y los recursos necesarios para lograr una economía baja en carbono y brinda criterios de selección de los proyectos. La taxonomía usa un sistema tipo semáforo para indicar si los recursos y los proyectos pueden identificarse como compatibles con la meta de una trayectoria de descarbonización. Los sectores que contempla son: energía, transporte, agua, edificaciones, uso del suelo y recursos marinos, industria, control de residuos y de contaminación, y sector TIC.

### **Taxonomías financieras en Colombia**

Ya hay entidades financieras que movilizan recursos de cambio climático por voluntad propia. En general, las líneas de financiamiento verde tienen mejores tasas de interés y más plazos de pago. Sin embargo, para que estas iniciativas se escalen, se requiere taxonomía y certificación.

La taxonomía verde que se ha publicado en septiembre de 2021 para comentarios ayuda a tener unos estándares comunes sobre qué es un proyecto verde y cómo estos se traducen al sistema financiero, además de generar transparencia. Los propósitos de la taxonomía son:

- Apoyar a empresas, inversionistas, entidades financieras, entidades públicas y privadas en la identificación y evaluación de actividades económicas y activos con contribuciones sustanciales. Con el fin de poder impulsar la movilización efectiva de recursos privados y públicos hacia las inversiones ambientales para el logro de objetivos ambientales.
- Facilitar la diferenciación y clasificación de los instrumentos financieros verdes.
- Favorecer la homologación de criterios y definiciones de finanzas verdes con un lenguaje común.
- Apoyar el monitoreo y rastreo de las inversiones verdes.

La SFC lidera el proceso de taxonomía, el cual comenzó con un mapeo de taxonomías internacionales y se fue filtrando hasta obtener un total de 47 actividades y activos en 8 sectores aplicables al país; además de una guía de buenas prácticas sobre el uso del suelo. Para construir la taxonomía, se revisaron experiencias internacionales; el sistema para medir (M), reportar (R) y verificar (V) los flujos de financiamiento climático, los principios y criterios de certificación para bonos verdes y la información recolectada de las NDC. A partir de esta identificación, se adaptaron las actividades a las realidades nacionales. Esta taxonomía es necesario, pero no suficiente para estructurar proyectos. Su papel de elegibilidad de intervenciones puede fortalecer la planeación, financiación, seguimiento y monitoreo del presupuesto público y de financiamiento externo (con bonos y multilaterales).

La taxonomía propuesta por la SFC se centra en mitigación porque adaptación es más compleja y depende mucho del sector. Sin embargo, se tiene una lista de principios para identificar proyectos de adaptación. Además, se está construyendo un piloto de taxonomías con participación de entidades financieras de diferentes niveles y capacidades. El desarrollo de la taxonomía se guio por unos principios. Primero, el establecimiento de objetivos ambientales. Segundo, criterios de elegibilidad y requisitos de cumplimiento de las actividades para evaluar si esta cumple con el objetivo previamente acordado y que su financiación esté alineada con la taxonomía. Tercero, alineación constante de la taxonomía con el marco normativo y regulatorio, lo cual implica que la taxonomía debe actualizarse periódicamente. Cuarto, articulación con sistemas de certificación ambiental, en tal caso que se decida evaluar la elegibilidad cuando se opte por una certificación externa. Cuarto, articulación con el sistema de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) y con los sistemas de rastreo de gasto ambiental nacionales. Quinto, conexión con otras taxonomías internacionales.

Las actividades y activos económicos identificados pasaron por dos filtros: tener relevancia económica y el potencial de hacer una contribución sustancial de mitigación del cambio climático. Las actividades y activos se clasificaron en 8 sectores: (i) energía (17 actividades y activos); (ii) construcción (3 actividades y activos); (iii) gestión de residuos y captura de emisiones (8 actividades y activos); (iv) suministro y tratamiento de agua (4 actividades y activos); (v) transporte (5

actividades y activos); (vi) TIC (2 actividades y activos); (vii) manufactura (8 actividades y activos); y (viii) ganadería, agricultura y forestería. En este último, se tiene una guía de buenas prácticas ya que no existen umbrales y no se pueden medir las emisiones particulares.

Puesto que las taxonomías se definen por su cercanía a actividades genéricas con códigos en las cuentas nacionales, corren el riesgo de dejar por fuera intervenciones transversales tanto en mitigación, como en adaptación. Las taxonomías no son un instrumento para 'idear' intervenciones, sino para asegurar elegibilidad.

Finalmente, la SFC ha emitido la Circular 028 de 2020 (instrucciones sobre emisión de bonos verdes en el mercado de valores), Circular 007 y 008 de 2021 para considerar *Environmental, Social Governance* como factor de riesgo en los fondos de pensión obligatorios y voluntarios, respectivamente.

### **Asimetría de información y certificación de terceros**

Una de las fallas de mercado que se convierte en barrera para el desarrollo y crecimiento de las finanzas verdes en Colombia y el mundo es la asimetría de información. La información asimétrica existe en un mercado cuando uno de los agentes participantes de una transacción no cuenta con la misma información de la contraparte sobre el producto o servicio tranzado. En el caso de los mercados financieros verdes, la información asimétrica es mejor conocida como *greenwashing* o "Eco-blanqueo": dar una falsa información y/o impresión acerca de cómo los productos y servicios de una empresa son sostenibles y amigables con el medio ambiente. Para combatir o superar esta barrera se han aplicado tres distintas herramientas alrededor del mundo: i) certificaciones de terceros; ii) taxonomías verdes, y iii) bonos de transición.

Las certificaciones son un sello de calidad verde otorgado por un tercero con prestigio y amplio conocimiento en el sector. Cuando un proyecto o activo cuenta con este tipo de certificaciones se garantiza que este cuenta con todas las características de sostenibilidad requeridas y/o cumple con los requisitos y estándares de eco-eficiencia sectorial; siempre sujeto a las mejores prácticas y a la adopción y utilización de las técnicas y/o tecnología verde de frontera.

La certificación por parte de terceros ha sido utilizada de manera exitosa y creciente en el sector de la construcción y edificaciones. A nivel internacional, las dos certificaciones con mayor reputación son: *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED) otorgado por parte del *Green Business Certification Inc* (GBCI) y *Excellence in Design for Greater Efficiencies* (EDGE) innovación financiera de la Corporación Financiera Internacional (IFC). Desde 2008, CBI ha certificado 104.000 proyectos comerciales, cerca de 2 millones de unidades residenciales y 205.000 profesionales que implementan el sello LEED alrededor del mundo. Por su parte, la iniciativa EDGE ha logrado ahorrar 1.059.546 MWh por año de energía y 31.813.623 de m<sup>3</sup> de agua por año, llevando a 513.565 tCO<sub>2</sub> de ahorros de carbono por año; además de certificar 27.862.363 m<sup>2</sup> de espacios. Ambas iniciativas ya han llegado a Colombia de la mano de sus aliados estratégicos, CAMACOL que actúa como el proveedor nacional de la certificación EDGE y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible

(CCCS) encargado de la certificación LEED. Gracias a dichas alianzas, el 8% de los nuevos edificios construidos en Colombia tienen la certificación EDGE y para 2019 se han otorgado 151 certificaciones LEED en Colombia.

Otra certificación internacional otorgada por terceros es *Rainforest Alliance* para productos o ingredientes. Los productos deben cumplir con tres pilares de sostenibilidad: social, económico y ambiental. Los estándares de la certificación se centran en los siguientes temas: bosques (mejores prácticas para proteger los bosques, evitar la expansión de la frontera agrícola, fomenta la salud de fuentes hídricas), clima (métodos de gestión responsable de la tierra que aumentan el almacenamiento de carbono y evitan la deforestación), Derechos Humanos (garantía contra abusos de DDHH, trabajo infantil, trabajo forzoso, malas condiciones laborales, desigualdad de género, violación de derechos territoriales indígenas), medios de vida (mejorar las oportunidades de medios de vida sostenibles para los pequeños agricultores y las comunidades forestales). Algunos productos son: café, banano, cacao, té, naranja, productos de cuidado de la piel y el pelo (Rainforest Alliance, 2020).

### **Bonos de transición**

Los bonos de transición aún no existen en Colombia; sin embargo, vale la pena desarrollarlos dada la composición sectorial de la economía colombiana que es altamente dependiente del petróleo y el carbón. Los bonos de transición buscan atraer los recursos dirigidos a actividades que: (i) hacen una contribución sustancial a alcanzar los objetivos del Acuerdo de París, pero que en el largo plazo no tienen cabida en una economía baja en carbono (e.g. electricidad generada a partir de carbón y combustibles fósiles); y (ii) tienen un rol a jugar en el largo plazo, pero que en el presente no tienen definido un trayecto hacia una economía baja en carbono (e.g. aerolíneas). Así pues, los bonos de transición hacen más transparente para los inversores la diferenciación entre una actividad verde, una de transición y otra que queda por fuera de estas dos categorías.

### **Referencias**

EDGE Buildings. (2021, marzo 18). *EDGE Certification Pricing*.

<https://edgebuildings.com/about/edge-certification-pricing/>

International Capital Market Association. (s/f). *Sustainable Finance* [No gubernamental]. International Capital Market Association. Recuperado el 22 de septiembre de 2021,

<https://www.icmagroup.org/sustainable-finance/>

International Finance Corporation. 2019. *Sustainable & Green Taxonomies*.

<https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/20597576-e0b3-42a0-aac2-60b9288a41b4/PPT+Sean+CBI+Taxonomy+SBN+19Feb20.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n2wzO02%20>

La Haus. 2019. *Panorama de certificaciones LEED en Colombia*.

<https://www.lahaus.com/actualidad/panorama-de-certificaciones-leed-en-colombia>

Ley 1819 de 2016, 174 2016.

<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201819%20DEL%2029%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202016.pdf>

Ministerio de Hacienda. 2021. *Marco de referencia de bonos verdes soberanos en Colombia*.

[https://www.irc.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWCC\\_CLUSTER-169891](https://www.irc.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWCC_CLUSTER-169891)

Resolución Número 7 2021, 4 2021.

<https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Resoluci%C3%B3n%20000007%20de%2029-01-2021.pdf>

Rainforest Alliance. 2020, octubre 28. *¿Qué significa Rainforest Alliance Certified?* Rainforest Alliance | Para empresas.

<http://https%3A%2F%2Fwww.rainforest-alliance.org%2Fes%2Fperspectivas%2Fque-significa-rainforest-alliance-certified%2F>

Superintendencia Financiera de Colombia. 2021. *Circular Externa 007 de 2021*. Centro de Estudios Regulatorios.

<https://www.cerlatam.com/normatividad/superfinanciera-circular-externa-007-de-2021>

Superintendencia Financiera de Colombia. 2021. *Circular Externa 008 de 2021*. Centro de Estudios Regulatorios.

<https://www.cerlatam.com/normatividad/superfinanciera-circular-externa-008-de-2021>

Superintendencia Financiera de Colombia. 2021, septiembre 17. *Taxonomía* [Gubernamental].

<https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/index.jsf>

World Bank. 2020, noviembre 2. *Developing a National Green Taxonomy: A World Bank Guide* [No gubernamental]. Green Finance Platform.

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/953011593410423487/pdf/Developing-a-National-Green-Taxonomy-A-World-Bank-Guide.pdf>

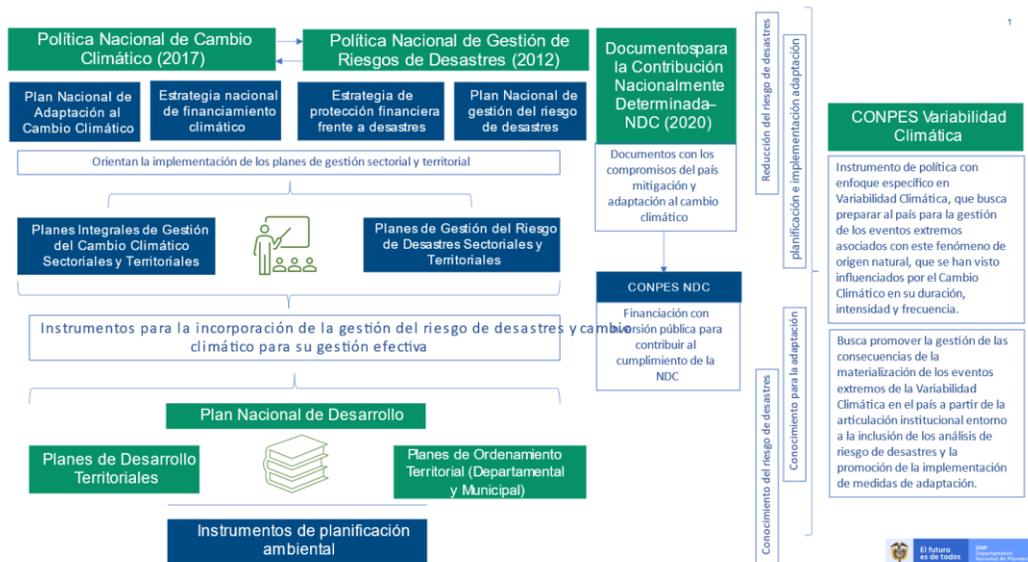
### Capítulo 3. Diagnóstico transversal

Esta sección comienza por la discusión de (i) las instituciones para el clima y las capacidades e intereses sectoriales; (ii) preparación de carteras de mitigación creíbles; (iii) fallas de mercado en la financiación; (iv) finanzas públicas; (v) el papel de las taxonomías. Luego discute las barreras en mitigación y las necesidades en adaptación.

#### Las instituciones para el clima y las capacidades e intereses sectoriales

Diferentes entidades del nivel Ministerial (DNP-Comité de Gestión Financiera), Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) tienen a su cargo de segmentos de la política y la financiación climática, sin una jerarquía que genere una dirección única de acciones. Existen avances en documentación y lenguaje de mitigación, y en menor escala de adaptación. El Sisclima tiene un conjunto amplio de políticas, planes, estrategias, comités e instancias de discusión de asuntos climáticos (ver Gráfica 3.1), que no está orientado a la implementación y no responde por ella. Es notoria la ausencia de una instancia centralizada que construya un *pipeline* de arquetipos de intervenciones ordenadas, y otra instancia para implementación.

**Gráfica 3.1. Arquitectura institucional para cambio climático**



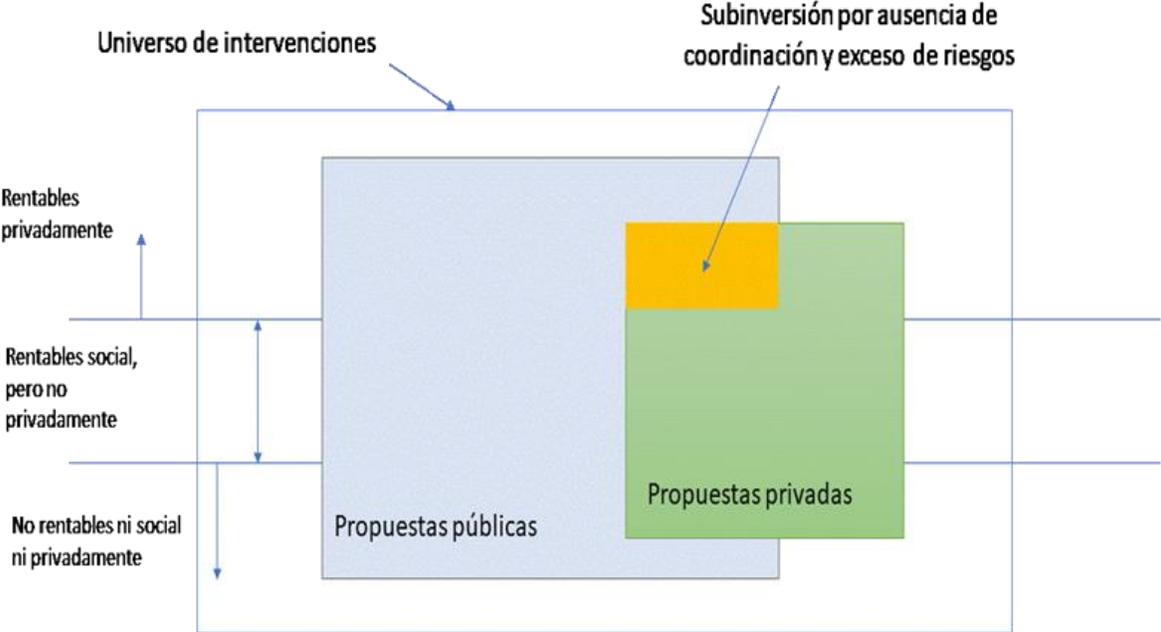
Fuente: DNP (2021)

No existe un sistema para registrar el tipo y volumen de inversiones climáticas que retroalimente al Sisclima para autoevaluar su desempeño. La adaptación NDC de 2020 se hizo con intervenciones sin costo, y sin una estimación del impacto fiscal de cumplir los compromisos y sobre el crecimiento económico. La primera taxonomía de intervenciones aparece después de 2 años de esfuerzo que se hubieran podido reducir a menos de un año sin costos de coordinación.

El enfoque descentralizado de compilar intervenciones de mitigación y adaptación por solicitud a los sectores desperdicia las capacidades analíticas y acervo de conocimientos de UPME en el lado de la demanda de energía. Las inversiones para la descarbonización y la transición energética podrían ser más altas que las de infraestructura de transporte, con la diferencia de que en transporte existen avances en la última década en lineamientos de alto nivel, planeación y priorización de proyectos, instituciones ejecutoras y de financiación con gobierno corporativo fuerte, instrumentos idóneos y contratos que tienen reconocimiento internacional y que movilizan varios billones de inversiones anuales, incluidos los aportes públicos a APP por medio de vigencias futuras.

La combinación de problemas de coordinación desde el sector público y exceso de riesgos desde la estructuración y empaquetamiento de instrumentos pueden dar lugar a subinversión, como se ilustra en la Gráfica 3.2, o a inversiones que destruyen valor (que no se presentan en la gráfica).

**Gráfica 3.2. Subinversión por problemas de coordinación y exceso de riesgos**



Fuente: elaboración propia

En el análisis de percepción de CAT (2011) sobre los avances y aportes de diversos países en torno al cambio climático, los de Colombia se califican como 'Altamente insuficientes' (Gráfica I.2). Esta calificación pondera tres componentes: (i) políticas y acciones (insuficiente); (ii) metas con apoyo (altamente insuficiente); y (iii) equidad de las metas (insuficiente). El componente de finanzas climáticas, como la mayoría de los países, aparece sin calificación, por ausencia de información (lo que refleja el carácter incipiente del tema y/o montos pequeños y difíciles de validar).

Los avances en acciones se presentan en parte por fuera del Sisclima. Por ejemplo, en los dos últimos años, organizó una Misión de Transición Energética, ha impulsado subastas exitosas para el ingreso

de parques de FNCER en el mercado de generación de electricidad por varios miles de MW, y trazó una Hoja de Ruta para el Hidrógeno. En general, los demás sectores públicos carecen de capacidades propias de costeo y estructuración de proyectos climáticos, y de interés en dedicar recursos a asuntos distintos a su tarea misional, cuando no es un factor limitante.

Las inversiones para la descarbonización podrían ser más altas que las de infraestructura de transporte, con la diferencia de que en transporte existen avances en lineamientos de alto nivel, planeación y priorización de proyectos, instituciones ejecutoras (ANI) y de financiación con gobierno corporativo fuerte (FDN), instrumentos idóneos (*project financing*) y contratos que tienen reconocimiento internacional y que movilizan varios billones de inversiones anuales, incluidos los aportes públicos a APP por medio de vigencias futuras. La comparación con el sector de transporte advierte sobre la necesidad de un enfoque integral y de disponer de encargados de implementación, proceso que en ese sector ha tomado casi *una década*.

### **Necesidad de preparar y priorizar carteras de mitigación creíbles**

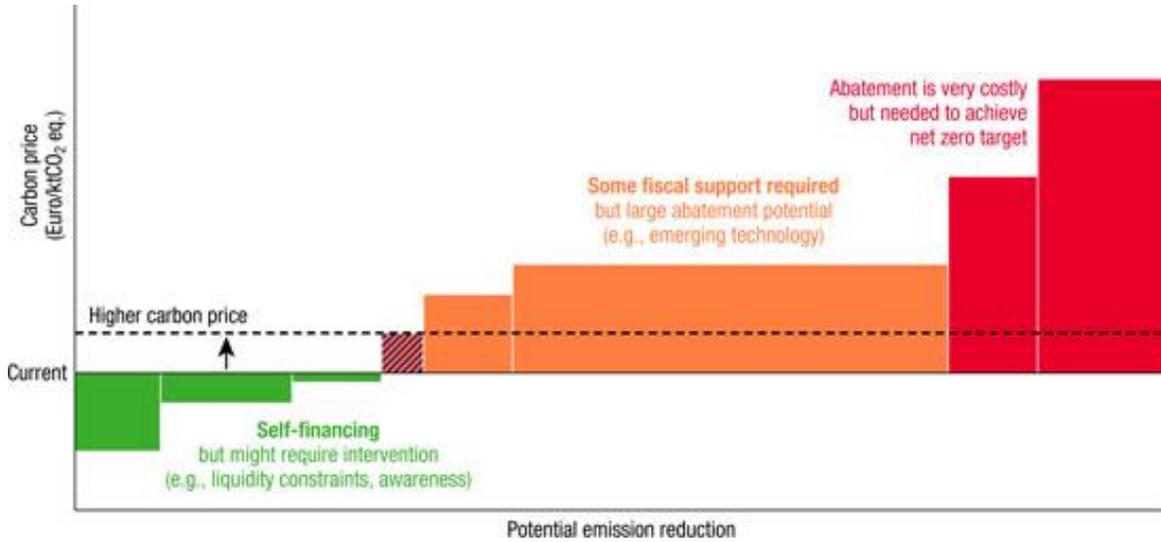
El enfoque descentralizado de compilar intervenciones de mitigación que en su mayoría pertenecen a diversas modalidades de la eficiencia energética por solicitud a los sectores desperdicia las capacidades analíticas, acervo de conocimientos y perspectivas de UPME en el lado de la demanda de energía y no genera credibilidad por las capacidades heterogéneas de los sectores.

La herramienta de partida para conformar una cartera de intervenciones de mitigación son las curvas de costos marginales de abatimiento (MACC). Estas curvas, cuando se calculan con una metodología uniforme y han pasado los filtros de elegibilidad y pertenencia a taxonomías, habilitan las inversiones institucionales y las emisiones de deuda y bonos temáticos. La Universidad de los Andes calculó la primera versión de la MACC en 2014, pero no existe evidencia de que hubiera conducido a acciones, y ningún actor del sector público se encargó de mantenerla de manera recurrente.

La curva de costos marginales de abatimiento consta de bloques ordenados cuya **altura** es el cociente entre (i) *la diferencia* entre el costo (CAPEX + OPEX) de la tecnología actual y la tecnología más limpia de la intervención y (ii) *las toneladas de CO<sub>2</sub>* que se remueven por la intervención; y cuya base son las toneladas de CO<sub>2</sub> removidas. Es, al tiempo, una medida de costo-beneficio y de costo-efectividad. Cuando la altura es negativa, las intervenciones tienen rentabilidad privada positiva, y viceversa. En la Gráfica 3.3:

- El área entre el eje horizontal y el segmento de la curva con costos negativos representa las **ganancias privadas**.
- El área entre el eje horizontal y los primeros bloques con costos positivos mide **los subsidios públicos para tecnologías con rentabilidad social positiva, pero con rentabilidad privada negativa**.
- El área entre el eje horizontal y los bloques que tienen costos superiores al precio del CO<sub>2</sub> representa **la pérdida de valor social** por intervenciones que no son rentables socialmente y que se requieren cumplir con compromisos NDC.

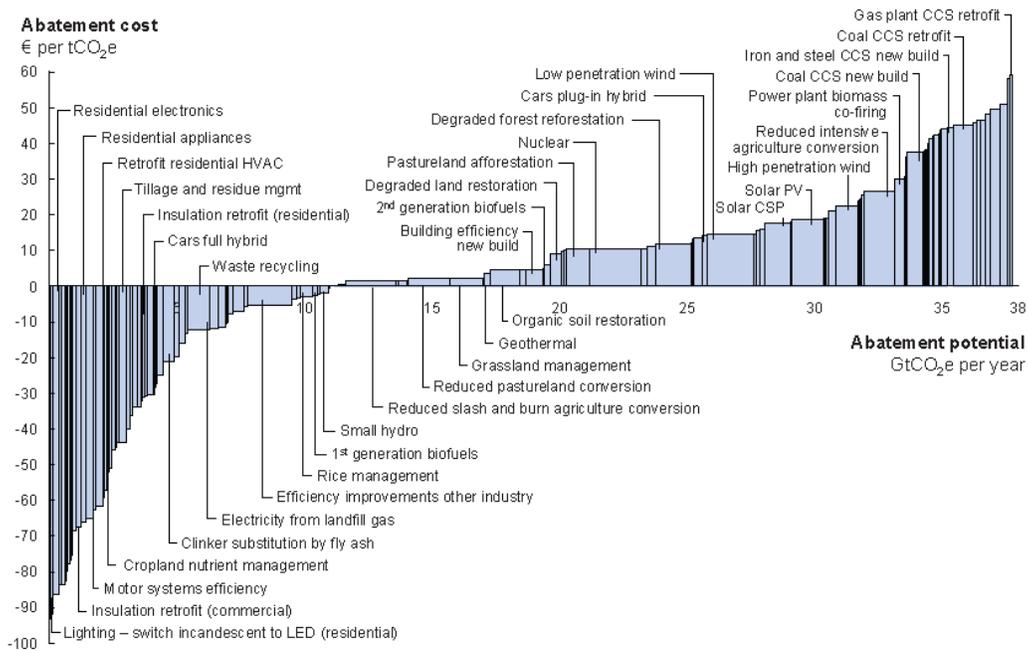
**Gráfica 3.3. Curva genérica de abatimiento**



Fuente: IMF (2020)

Una parte importante de las intervenciones verdes podrían estar en intervenciones de eficiencia energética, de las que se beneficiarían en primer término las mipymes del país. A nivel mundial, las intervenciones de costo negativo en la MACC tienen *ganancias en competitividad de las firmas pero remueven cantidades pequeñas de CO<sub>2</sub>* (tajadas muy altas y angostas), como muestra la curva global de McKinsey (Gráfica 3.4).

**Gráfica 3.4. Curva de abatimiento con detalles de intervenciones**



Note: The curve presents an estimate of the maximum potential of all technical GHG abatement measures below €60 per tCO<sub>2</sub>e if each lever was pursued aggressively. It is not a forecast of what role of different abatement measures and technologies will play.

Fuente: Kesicki y Ekins (2012)

### **Fallas de mercado en la financiación**

En concordancia con el diagnóstico financiero del capítulo anterior, se encuentra que los bancos de desarrollo locales y los bancos comerciales han tenido éxitos iniciales en emisiones de bonos asociados a la sostenibilidad, pero las fallas de mercado en asimetría de información y riesgos de diferente tipo (*greenwashing*, por ejemplo) frenan el escalamiento de la financiación. Parte de la asimetría de información consiste en que el *orden de mérito* de las intervenciones sectoriales propuestas en la actualización de la NDC y su ubicación en una curva MACC son desconocidos, y que no hacen parte de una taxonomía aceptable internacionalmente.

La construcción de una primera taxonomía por la SFC en 2021 es un paso importante para reducir la asimetría de información para los financiadores, pero las taxonomías de los países que las han adoptado lucen como subconjuntos de los sectores y subsectores de cuentas nacionales, que no reemplazan la necesidad de disponer de una agencia ejecutora que origine proyectos específicos. Por otra parte, ninguna taxonomía captura las economías de alcance y de escala entre sectores. En mitigación, la *eficiencia energética* es una intervención transversal a los sectores (que incluye desde el cambio de iluminación y artefactos en los hogares hasta cambios de calderas y cogeneración industrial) con rentabilidades positivas, que corre el riesgo de quedar en el limbo *si se organiza* con una óptica puramente sectorial. En adaptación, la *resiliencia de servicios ecosistémicos* es también un asunto transversal a los sectores que puede quedar fuera del radar de la financiación si se reduce a lo sectorial.

La oferta y la demanda están separadas por ausencia de información de oportunidades (la mayoría de los actores privados las desconoce), y por los riesgos reales o percibidos por el lado de la demanda. Falta promover sistemas de certificación de los instrumentos y definir el sistema de admisión al grupo de entidades certificadoras de instrumentos para reducir la asimetría de información de los financiadores.

La oferta de instrumentos viene todavía sin acompañamiento y sin gestión de los costos ocultos de adopción de tecnología en el lado de la demanda. La mayoría de los fondos disponibles para finanzas climáticas están en los inversionistas institucionales (no en los bancos), pero todavía este segmento no participa activamente en el ecosistema de financiación. De igual forma, en adaptación se percibe una participación débil de las aseguradoras, que tienen una tradición en gestión de riesgos y de ajuste de productos de acuerdo con el contexto. Por último, el sector público no ha definido los montos y usos en finanzas climáticas para la próxima década.

### **Barreras en mitigación**

La mitigación captura la mayor parte de la atención de las autoridades y los financiadores climáticos. Se han identificado 4 grupos de barreras para la financiación de la mitigación, que se construyen en parte sobre los diagnósticos previos:

- Barrera 1. Institucionalidad que introduce grandes costos y tiempos de coordinación y que no se dirige a la ejecución.

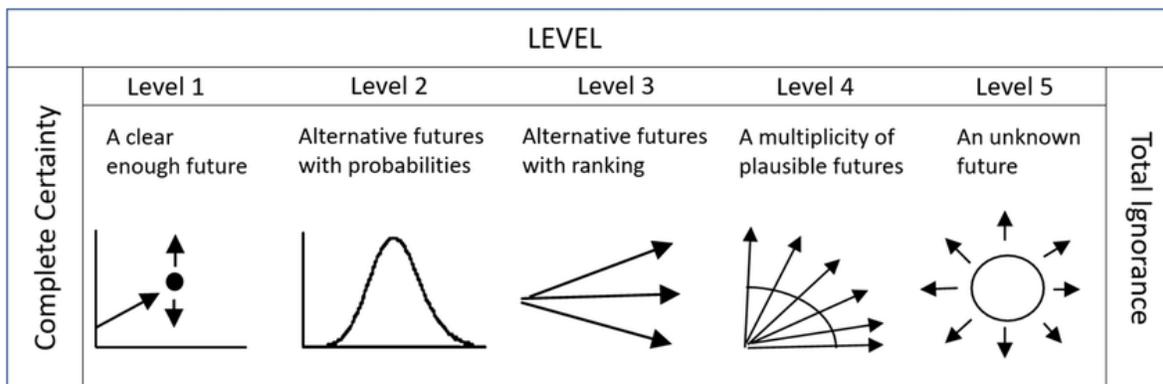
- Problema 1: estrategias y planes a nivel de enunciación, sin responsables ni presupuesto, entidades del mismo nivel con agendas individuales, insuficiente comprensión de la naturaleza de los problemas de financiación por el lado de la demanda.
- Problema 2: ausencia de unidad ejecutora nacional con capacidad de originar proyectos, orientar la implementación y movilizar recursos públicos.
- Barrera 2. No existe responsable en el estado para construir y mantener una cartera priorizada de intervenciones.
  - Problema 3: déficit en el sector público de comprensión integral del reto NDC y de capacidades internas para construir y actualizar curvas de abatimiento (instrumento básico) de manera recurrente.
  - Problema 4: ausencia de una unidad responsable que asegure en el futuro la *compatibilidad de taxonomías, intervenciones e instrumentos financieros* de manera recurrente.
- Barrera 3. La oferta y la demanda de financiación de intervenciones NDC están distanciadas por diversas fallas de mercado. Los inversionistas institucionales (fondos de pensiones y aseguradoras pueden jugar un papel importante en inversión y gestión de riesgos.
  - Problema 5: la ausencia de intervenciones homogéneas y ampliamente aceptadas, y de regulación de mercados de carbono reduce la oferta.
  - Problema 6: ausencia de mecanismos de agregación de consumidores o productores pequeños o medianos que tienen gran impacto sumados.
  - Problema 7: ausencia de un sistema de certificación de instrumentos para evitar el *greenwashing* y reducir el riesgo de estos.
  - Problema 8: percepción de riesgo muy alta en sector AFOLU (inseguridad jurídica, tenencia de tierra, orden público) sin mecanismos de compensación.
  - Problema 9: la demanda no tiene presiones ni incentivos suficientes para invertir en NDC, está desinformada de oportunidades y enfrenta riesgos de adopción de nuevas tecnologías.
- Barrera 4. El sector público no ha establecido los montos anuales de apoyo ni su aplicación específica en financiación NDC.
  - Problema 10: no hay un protocolo para traducir la información de las curvas de abatimiento y/o las taxonomías en asignaciones del marco fiscal de mediano plazo para NDC.
  - Problema 11: no hay regla para distribuir estas asignaciones por instrumentos de apoyo, ni para actualizar las asignaciones y distribuciones a medida que se acopie información relevante.

### **Necesidades de acercarse a la frontera de buenas prácticas en adaptación**

La adaptación al cambio es un problema de gestión de riesgo. Puesto que el cambio climático es un fenómeno que apenas refleja impactos registrados, se desconocen las distribuciones de probabilidad de ocurrencia de eventos climáticos y de las severidades respectivas en la mayoría de

las amenazas en todo el mundo. Estas son condiciones de incertidumbre *radical* o *profunda* (niveles 3 a 5 de la Gráfica 3.5).

**Gráfica 3.5. La adaptación requiere gestión de riesgo con diversos niveles de ignorancia**

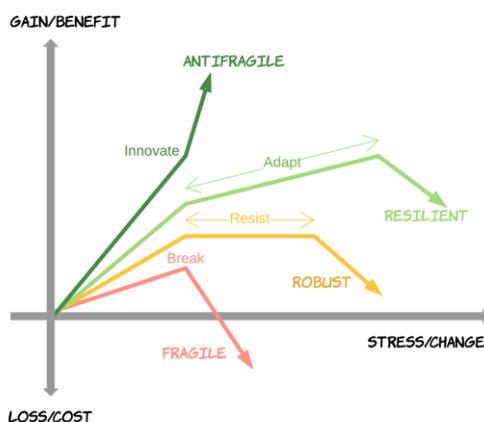


Fuente: Sillman et al (2019)

La política y la gobernanza de la gestión de riesgo climático de Colombia tienen la oportunidad de acercarse a las mejores prácticas internacionales. Existen 8 necesidades por cubrir en adaptación (que se discuten en la sección de diagnóstico transversal):

- Definir pilares de alto nivel de la política de gestión de riesgos del país (*resiliencia* y *anti fragilidad*). La resiliencia es la capacidad de sobrevivir perturbaciones grandes e inesperadas. Esta noción surgió en el área de las actividades de los servicios esenciales, que deben operar en todo momento (electricidad, salud, comunicaciones). La anti fragilidad es una propiedad prospectiva: delinea y captura nuevas oportunidades. Un sistema anti frágil se beneficia de perturbaciones grandes e inesperadas (Gráfica 3.6).

**Gráfica 3.6. Diagrama de pagos de sistemas antifrágiles**

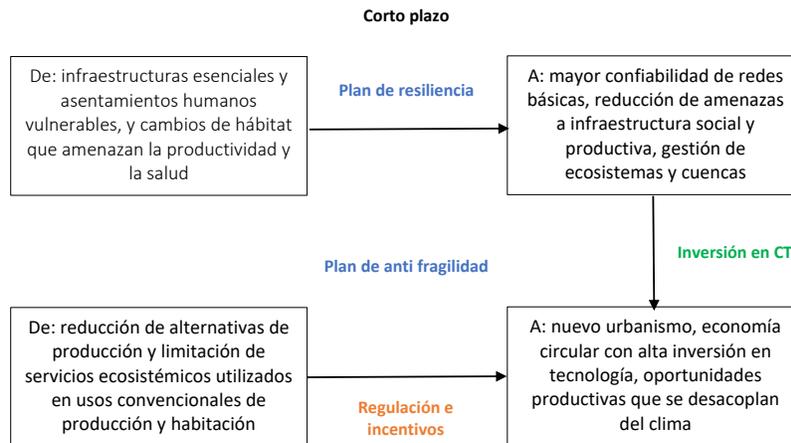


Fuente: Simek (2017)

- Definir una teoría del cambio para Colombia una taxonomía *funcional* (no sectorial) de intervenciones alineada con la teoría del cambio que se propone en la Gráfica 3.7.

### Gráfica 3.7. Teoría del cambio para adaptación

Teoría del cambio para adaptación al cambio climático



(\*) CTI: ciencia, tecnología e innovación

Fuente: elaboración propia

- Definir una jerarquía de intervenciones (estratégicas, programas por tipo de taxonomía, proyectos específicos) emulando la experiencia del Reino Unido con su Orange Book para gestión de riesgo y una asignación de responsabilidades públicas sectoriales y territoriales.
- Delinear los esfuerzos públicos por taxonomía (en relación con la retención admisible, manejo e inversiones, transferencia, y terminación de los riesgos). Las taxonomías deben ser simples. Por ejemplo, para el corto plazo: garantizar la continuidad de redes servicios esenciales (infraestructura transporte, energía, TIC, agua potable y saneamiento, salud, educación, seguridad pública); (ii) dar normas para la adaptación del hábitat (edificaciones privadas y públicas); (iii) asegurar la logística de última milla; y para el mediano y largo plazo: (i) nuevo urbanismo y economía circular; (ii) redes inteligentes y redundantes de servicios esenciales; (iii) preservación de servicios ecosistémicos; (iv) nuevos productos y modelos de negocio en alimentación. Sin esta decisión estratégica previa, la adaptación carece de coordinación y de eficiencia.
- Adoptar una arquitectura pública eficaz de gestión del riesgo climático y modelos de toma de decisiones bajo incertidumbre profunda.
- Asignar riesgos y montos públicos de adaptación, definir instrumento de financiación y la tasa de descuento pública para adaptación (decreciente en el tiempo). Desarrollar un primer análisis de SPE (Severidad, Probabilidad, Exposición) por taxonomía para evaluar el riesgo/consecuencias, y luego construir una matriz cualitativa de riesgo.
- Los proyectos de este tipo deben usar tasas de descuento que decrezcan en el tiempo.
- Invertir en un programa ambicioso de investigación y desarrollo en tecnologías climáticas.

### Referencias

Kesicki, F, y P. Ekins. 2012. Marginal Abatement Cost Curves: A Call for Caution. *Climate Policy* 12:219-236.

[https://www.researchgate.net/publication/233042964\\_Marginal\\_Abatement\\_Cost\\_Curves\\_A\\_Call\\_for\\_Caution](https://www.researchgate.net/publication/233042964_Marginal_Abatement_Cost_Curves_A_Call_for_Caution)

IMF. 2020. Sectoral Policies for Climate Change Mitigation in the EU.

<https://www.elibrary.imf.org/view/journals/087/2020/014/article-A001-en.xml>

Sillman, J. Event-Based Storylines to Address Climate Risk. *Earth's Future* 9(2).

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021EaFut...901783S/abstract>

Simek, J. 2017. Global Governance That Optimizes For Antifragility and Shared Prosperity.

<https://medium.com/@jakubsimek/global-governance-that-optimizes-for-antifragility-and-shared-prosperity-28121fef1136>