

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE ESTUDIOS  
AMBIENTALES Y RURALES PREGRADO DE ECOLOGÍA  
2022



**REVISIÓN DE LAS POLITICAS PÚBLICAS DE COLOMBIA EN MATERIA DE  
EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Autora:

Sthefany Andrea Arias García

Director:

Armando Sarmiento López

Presentado para optar por el título de Ecóloga

## Contenido

Resumen.....	4
1. Introducción .....	5
1.1. Problema de investigación.....	5
1.2. Justificación.....	6
1.3. Propósito del proyecto y preguntas de investigación .....	7
2. Objetivos.....	8
2.1. Objetivo general .....	8
2.2. Objetivos específicos.....	8
3. Hipótesis .....	8
4. Marco referencial.....	8
4.1. Marco conceptual.....	8
4.1.1. Cambio climático .....	8
4.2. Antecedentes .....	16
5. Área de estudio .....	18
5.1 Contexto geográfico.....	18
5.2 Contexto biofísico .....	19
5.3 Contexto socioeconómico.....	20
6. Materiales y métodos .....	21
6.1. Diagrama de Flujo.....	21
6.2. Diseño del estudio. ....	22
7. Resultados.....	23
7.1. Inventario Nacional GEI .....	23
7.2. Informe bienal de actualización de Colombia.....	25
7.3. Tercer Informe bienal de actualización de cambio climático de Colombia. .	26
7.4. Portafolio de medidas sectoriales de mitigación de Cambio Climático.....	27
8. Conclusiones.....	34
9. Recomendaciones.....	35
Referencias citadas.....	36

## Índice de tablas

Tabla 1. Planes y programas implementados en Latinoamérica.....	15
Tabla 2. Variación histórica (1990-2012) de la participación en el inventario total	24

## Índice de figura

Figura 1. Proporción de representación de los GEI .....	9
Figura 2. Localización general y regiones geográficas .....	19
Figura 3. Pirámide poblacional.....	21
Figura 4. Diagrama metodología. ....	22
Figura 5. Absorciones/emisiones del bosque natural Mton CO <sub>2</sub> .....	25
Figura 6. Emisiones anuales de GEI en el escenario de referencia.....	33

## Abreviaturas

**GEI** : Gases de efecto invernadero

**NDC**:Contribución Nacionalmente Determinada

**CMNUCC** : Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

**SISCLIMA** :Sistema Nacional de Cambio Climático

**PIGCCS**: Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático a nivel sectorial

**PIGCCT**: Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático a nivel

**IPCC** :Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático

**Dióxido de Carbono** (CO<sub>2</sub>)

**Metano** (CH<sub>4</sub>)

**Óxido nitroso** (N<sub>2</sub>O)

**Hidrofluorocarbonos** (HFC)

**Hexafluoruro de azufre** (SF<sub>6</sub>)

**Perfluorocarbono** (PFC)

## Resumen

En la actualidad las naciones se han unido alrededor de la lucha en contra del calentamiento global, razón por la cual Colombia decidió suscribirse al acuerdo de París, en donde se comprometió a realizar la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia, documento donde se establecen las metas y estrategia para la reducción de GEI y la adaptación al cambio climático para el periodo 2020-2030. Para la revisión de las políticas públicas de Colombia en materia de emisiones de gases de efecto invernadero se realizó la revisión de documentos oficiales como el inventario nacional de gases de efecto invernadero y los informes bienales publicado en el 2014 y 2018. Seguido a esto se identifican las medidas que ha desarrollado Colombia para el cumplimiento de las metas del NDC utilizando el Portafolio de medidas sectoriales, y finalmente se realiza una revisión bibliográfica de publicaciones científicas que permitan establecer si Colombia ha avanzado de manera significativa hasta sus metas ambientales y, si las medidas implementadas en la actualidad son suficientes.

## 1. Introducción

### 1.1. Problema de investigación

“El aumento de las emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI), generados principalmente por la actividad humana, es el principal responsable del cambio climático por el cual atraviesa el planeta” (Hidalgo, M. C., & Pisano, I. 2010, p.40). Es por esto por lo que la evaluación y control de estas emisiones se vuelve la base de la gestión de medidas de mitigación del cambio climático. Actualmente, existen diferentes organismos internacionales que han establecido una serie de acciones estandarizadas que facilitan la creación e implementación de políticas integrales en torno al cumplimiento de metas globales, como no aumentar en 2°C la temperatura global para el año 2050 (Organización de las Naciones Unidas [ONU],2015).

Uno de los hitos históricos alrededor del cambio climático fue el Acuerdo de París, en donde 196 países se reunieron con el fin de direccionar las políticas mundiales hacia un desarrollo sostenible. Los firmantes del acuerdo se comprometieron a cumplir el objetivo general de gestionar la capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático y reducir las emisiones de los gases causantes de este fenómeno sin que la oferta de bienes y servicios se vea afectada (Keil ,2017; Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ,2015).

Durante este acuerdo se estandarizó la manera en que cada país comunica y estructura las acciones encaminadas a la obtención de los objetivos establecidos, y es a esto a lo que hace referencia las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés). Las NDC representan los esfuerzos específicos que cada nación decide asumir con el fin de reducir sus emisiones y adaptarse de mejor manera al cambio climático. Por esta razón, todos los países suscritos a dicho acuerdo deben preparar, comunicar y mantener las acciones climáticas que se comprometían a lograr (Keil, 2017; Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ,2015).

Las contribuciones determinadas a nivel nacional, en conjunto, establecen la velocidad del aumento o disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, variable importante al momento de direccionar los esfuerzos para equilibrar los GEI. Es importante mencionar que los NDC permiten ajustar las iniciativas de acuerdo con las necesidades y recursos de cada nación, lo cual facilita la aplicación de los acuerdos de manera transversal a las políticas de cada país (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2015).

En la actualidad, las NDC son presentadas cada cinco años a la secretaria de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), esto permite comparar las NDC pasadas para observar los avances o retrocesos que se han tenido en ese periodo de tiempo, permitiendo ajustar las acciones para asumir niveles de riesgo diferentes (IDEAM ,2018; Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, Colombia ha establecido el cambio climático como una prioridad nacional. Muestra de esto es la aprobación de la Política Nacional de Cambio Climático y la ley de Cambio Climático en el 2017 y 2018 respectivamente. Estas políticas se consolidaron con el fin de establecer los lineamientos para la gestión del cambio climático a nivel nacional, es decir, tienen como objetivo generar una cooperación entre los sistemas actuales y el marco regulatorio, así como estructurar el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA). De igual manera Colombia también ha consolidado varios mecanismos de planificación de la acción climática, un ejemplo de esto es la aplicación de la visión de la mitigación del cambio climático en instrumentos oficiales de planificación sectorial y territorial, específicamente, los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático a nivel sectorial (PIGCCS) y territorial (PIGCCT) (Gobierno de Colombia [GOB],2020).

Resulta importante analizar los avances que ha tenido Colombia en materia de aplicación de política y acciones en torno al cumplimiento de los objetivos planteados. Un rezago en el cumplimiento de los indicadores ambientales propuestos traería graves consecuencias por el carácter jurídicamente vinculante del acuerdo de París, por esta razón, es importante que Colombia pueda establecer escenarios que contribuyan de manera significativa.

Identificar el avance que ha tenido Colombia en materia de mitigación de GEI permite conocer si las medidas adaptadas por los diferentes gobiernos han sido efectivas, además permite direccionar de manera oportuna los esfuerzos para obtener mejores resultados en esta materia. Lo anterior, toma relevancia también en el aspecto jurídico dado los diferentes acuerdos a los que Colombia se encuentra suscrito. Esto, teniendo en cuenta que la mayoría de los estudios publicados hasta la fecha sobre el progreso de los países hacia sus NDC se han centrado en la evaluación de las principales economías emisoras de GEI, por lo que existe la necesidad de analizar este progreso en países claves en la economía regional, tal como lo es Colombia.

## 1.2. Justificación

Teniendo en cuenta la importancia del compromiso adquirido por Colombia a través del acuerdo de París, resulta indispensable analizar los avances que ha tenido el país respecto a la mitigación del cambio climático.

La meta principal del país en términos de emisión de GEI es lograr la carbono neutralidad en el año 2050, también se espera una reducción de la emisión en un 51% para el 2030. A este compromiso del gobierno nacional, se unieron los gobiernos locales de las ciudades capitales que conforman Asocapitales, estas ciudades representan el 45% de las emisiones contando con una matriz energética principalmente hídrica, adicionalmente se estima que generan el 77% del PIB nacional (IDEAM ,s.f.; Ministerio de Ambiente, 2021).

Sin embargo, a juicio de algunos expertos en materia ambiental, el gobierno actual no ha tomado las medidas necesarias para frenar la deforestación, ni ha implementado cambios sustanciales para la mejora de prácticas agropecuarias, siendo estas las principales fuentes de emisión del país (Becerra,2020). En la actualidad existe una gran desconexión entre las metas ambientales y los planes de expansión de la producción de combustibles fósiles. Prueba de esto, es el hecho de la destinación de 374 millones de dólares para apoyar la producción y el consumo de energías fósiles, sin ninguna condición que permita reducir su contaminación. Esto en contraste con los 4.4 millones de dólares que se tienen contemplados para las energías limpias, según los datos de Energy Policy Tracker, proyecto dedicado a rastrear la inversión de los países en combustibles fósiles (Davis,2021).

Por otra parte, en el nuevo escenario del Covid-19 donde se hace indispensable que la agenda del cambio climático se encuentre integrada a procesos de recuperación económica y de salud pública. Resulta importante realizar un análisis de los avances que ha tenido el país en relación con la mitigación de los GEI (Gobierno de Colombia, 2020), y de esta manera tener un panorama el panorama real que tiene Colombia en el logro de las metas propuestas ante los diferentes organismos internacionales relacionados el cambio climático.

### 1.3. Propósito del proyecto y preguntas de investigación

El propósito principal de la presente investigación es analizar los avances que ha tenido Colombia en materia de mitigación de las emisiones de GEI consignados en la actualización de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional de Colombia. Para esto, se buscará contrastar la información que ha tenido el país a través de la comparación de diferentes datos consignados en los inventarios de gases de efecto invernadero, informes bienales, el portafolio de medidas sectoriales de mitigación del cambio climático y artículos científicos relacionados con el avance de Colombia en el logro en la reducción de emisiones de GEI (Ley N° 1931,2018)

Esta investigación podrá responder preguntas como:

- ¿Cuál es la contribución de cada sector de la industria en los GEI emitidos en Colombia?
- ¿Cuál ha sido comportamiento de las emisiones de GEI a lo largo del tiempo en cada sector de la industria?
- ¿Cuáles son las principales metas que se ha propuesto Colombia en la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia?
- ¿Qué acciones está tomando el país para cumplir las NDC a nivel sectorial?
- ¿Qué retos presenta el país en la aplicación de las acciones para cumplir las NDC?

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

Analizar los avances en la política pública de mitigación de gases de efecto invernadero para el cumplimiento de las metas estipuladas en los NDC.

### 2.2. Objetivos específicos

- ✓ Establecer la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel sectorial.
- ✓ Determinar las iniciativas adoptadas por Colombia para reducir las emisiones de GEI a nivel sectorial.
- ✓ Identificar los avances que ha tenido Colombia en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

## 3. Hipótesis

Colombia ha presentado avances en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, a través de la aplicación políticas públicas aplicadas a nivel sectorial.

## 4. Marco referencial

### 4.1. Marco conceptual

#### 4.1.1. Cambio climático

“Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, este se define como un cambio en el clima como consecuencia directa o indirecta de la actividad humana, la cual altera la composición de la atmosfera. Este cambio se suma a la variabilidad natural del clima en periodo de tiempo comparables. Otra de las definiciones que se tiene es la del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), el cual lo define como cualquier cambio en el clima como el tiempo como resultado de la variabilidad natural o de la actividad humana” (IDEAM, s.f.,p.1).

Actualmente existe evidencia de que desde 1750 el planeta está atravesando por un calentamiento neto, como consecuencia de las emisiones de gases de efecto

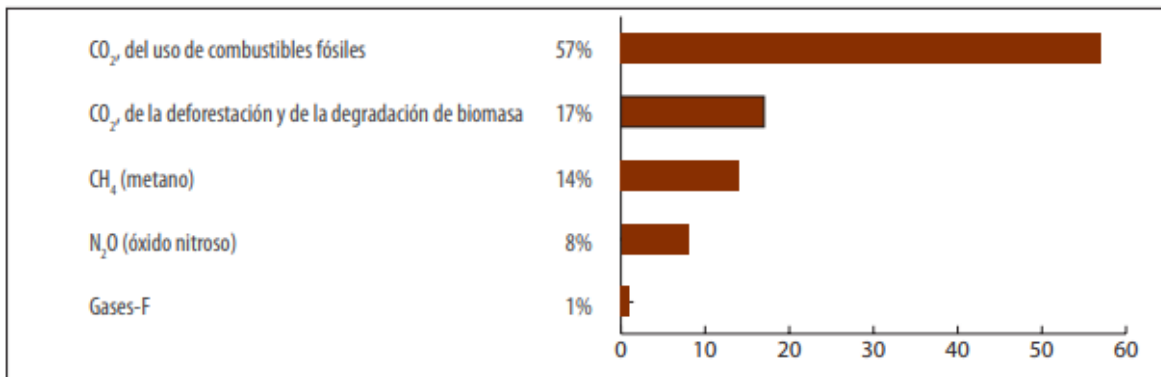


invernadero (GEI) producidas por la actividad humana, especialmente las procedentes del uso de petróleo y carbón, las cuales emiten dióxido de carbono. Este junto a otros gases provoca el efecto de gases de efecto invernadero (Rodríguez-Becerra & Mance, 2009).

El efecto invernadero, está definido como el proceso natural cuya función principal es mantener el balance energético a través de la absorción y emisión de la radiación proveniente del espacio en forma de calor o radiación infrarroja. Esta condición permite que el planeta tierra cuente con la temperatura óptima para la vida humana. Dentro de los principales gases que generan este efecto se encuentran el vapor de agua, el dióxido de carbono, entre otros. La actividad humana ha generado el aumento de estos gases y la producción de otros que generan este mismo efecto como por ejemplo metanos ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), en cantidades mayores a las que los sistemas naturales pueden procesar. Esta situación produce un aumento en las temperaturas generando un cambio climático (IDEAM, 2012).

Los GEI tienen diferentes capacidades de absorción del calor solar en forma de radiación en forma de radiación infrarroja. El dióxido de carbono es el mayor causante del efecto invernadero antropogénico y explica aproximadamente el 25% del mismo. Otro de los gases que tienen gran aporte al este efecto son los fluoro carbonados, aunque su presencia en la atmosfera sea baja, su poder de captación es alta (Rodríguez-Becerra & Mance, 2009).

Figura 1. Proporción de representación de los GEI



Fuente: IDEAM. (2012) proporción de representación de los GEI. [Figura].

El  $\text{CO}_2$ , GEI de origen antropogénico de mayor contribución al calentamiento global, se genera debido al uso de combustibles fósiles y a la deforestación, ya que al quemarse los árboles y plantas que contienen carbono, se genera una gran emisión de  $\text{CO}_2$  (Rodríguez-Becerra & Mance, 2009).

Por otra parte, las emisiones de metano son producidas por diversas actividades agropecuarias, como, por ejemplo, la descomposición orgánica en aguas de inundación, la cría de ganado especialmente la emisión producida por procesos digestivos. Las emisiones de óxido nitroso son generadas por el uso de agroquímicos en la agricultura (Rodríguez-Becerra & Mance, 2009).

Uno de los factores que más contribuye a la emisión de GEI en Colombia es la deforestación, la cual está directamente relacionada con la actividad humana. Esta actividad agrupa elementos de escala local, que se encuentran relacionadas con el uso de la tierra, afectando la cobertura forestal a través del aprovechamiento de árboles o su eliminación para hacer uso agropecuario de la tierra. En la actualidad, en Colombia la mayor parte de la deforestación se localiza en terrenos del Estado, y su principal causa es la colonización no planeada y generalmente ilegal (Sarmiento, Etter, González, & Orrego, 2011).

En cuanto a la deforestación el país perdió el 8.4% de los bosques respecto a 1990. La tasa de deforestación aumento en los último diez años, el principal detonante de la deforestación es la expansión de la frontera agropecuaria. La situación por regiones se encuentra de la siguiente manera, en la región Caribe el principal se produjo a pastos para actividades ganaderas, mientras en la región Andina y Orinoquia, en donde las tierras se transformaron en pastos y cultivos agrícolas, en el Pacífico la deforestación es ocasionando por el crecimiento de la industria maderera y la tala ilegal. Por último, se tiene la región Amazónica cuya variación en los suelos se debe a la ampliación de pastos y al establecimiento de cultivos de autoconsumo y cultivos ilícitos (García, s.f.).

Dentro de las consecuencias del cambio climático se encuentran las implicaciones en el confort térmico, ya que se observa un aumento del área del territorio con temperaturas altas, especialmente en la región Caribe, Orinoquia, Amazonia, Magdalena y en la región Andina. Como consecuencia de este aumento de temperatura, enfermedades como la malaria y el dengue pueden expandirse a zonas más altas del país, aumentando su área de incidencia (IDEAM, s.f.).

Otro de las consecuencias del cambio climático es el ascenso del nivel del mar, ya que, de seguir las tendencias actuales, se espera que para el 2040 pueda presentarse un aumento entre el 9 y 12 centímetros, para el 2070 un aumento entre 16 y 22 centímetro y para el 2100 entre 23 y 32 centímetros en el mar caribe (IDEAM, s.f.).

Respecto al sector agropecuario, se espera alta vulnerabilidad debido a procesos de avance de la desertificación, el desplazamiento de los pisos térmicos también ocasionará la reducción en las áreas potenciales para la siembra de cultivos, principalmente en clima templado y frio (IDEAM, s.f.).

Por otra parte, se tiene el recurso hídrico, el cual podría verse afectado generando el desabastecimiento de agua para consumo humano, principalmente en la región Caribe y Andina. Esto podría generar una afectación en el saneamiento básico y en la salud pública de los habitantes de estas zonas, generando aumentos en los costos asociados al uso del agua, y posibles conflictos entre la población y las entidades encargadas de la gestión del recurso (IDEAM, s.f.).

Teniendo en cuenta los esfuerzos a nivel mundial direccionados a la mitigación de los efectos del calentamiento global, se han establecidos algunos grupos internacionales y se han pactado acuerdos internacionales como los que se describen a continuación:

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): Órgano internacional cuyo objetivo es evaluar los conocimientos científicos relacionados al cambio climático. Fue creado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente con el objetivo de crear normas, y efectuar evaluaciones sobre las implicaciones del cambio climático con fundamentos científicos. El IPCC está conformado por representantes de los 195 países miembro de las Naciones Unidas que son elegidos por los gobiernos de estos estados (IPCC, 2013).

En la actualidad, el IPCC entrega las bases científicas a las instancias gubernamentales para la creación de políticas relacionadas con el clima, y funciona como base para las negociaciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Clima y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, s.f.; IPCC, 2013).

- “Acuerdo de París: Tratado internacional firmado en el 2015 bajo el desarrollo de la COP21 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) cuyo objetivo principal es generar compromisos de los gobiernos en materia del cambio climático. La importancia de este tratado radica en que por primera vez se estableció una meta a nivel global, la cual es mantener la temperatura del planeta por debajo de 2° C y encaminar esfuerzos a que no supere los 1.5 °C” (WWF, 2018, p.1).

El acuerdo de París establece 3 puntos principales sobre los que basa su plan de acción:

- “Mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub>, para esto los gobiernos realizan planes de accionar nacional de acuerdo con su contexto y capacidades” (WWF, 2018).
- “Transparencia y balance global, hace referencia a que los países adscritos deben informar sobre sus avances, de igual manera deben reunirse cada 5 años para trazar nuevos objetivos” (WWF, 2018).
- “La adaptación de los gobiernos hace mención de los esfuerzos direccionados a reforzar la capacidad de las naciones para mitigar las consecuencias del cambio climático ” (WWF, 2018).

Dentro de las acciones estipuladas dentro del Acuerdo de París, se encuentra la obligación de los países desarrollados de suministrar recursos económicos a países en desarrollo, específicamente se refiere a que se deben entregar 100 USD billones

anuales. Por lo anterior, cada dos años los países desarrollados deberán informar los recursos que serán destinados a este propósito (WWF, 2018).

Como consecuencia de la suscripción de Colombia al acuerdo de París, se ha desarrollado las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), las cuales son considerada como el núcleo del acuerdo y en su implementación se basa el cumplimiento de los objetivos establecidos a largo plazo. Las NDC representan los esfuerzos de cada nación para la reducción de las emisiones, ya que están planteadas de acuerdo con su contexto y necesidades. Una de las principales funciones de las NDC es poder establecer los avances que se han tenido en materia de mitigación y adaptación al cambio del clima (Gobierno de Colombia, 2020).

Para poder identificar cuántos y cuales GEI son emitidos a la atmosfera, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), ha desarrollado diferentes metodologías estandarizadas para realizar un inventario nacional de GEI. Estos son la principal herramienta científica para la toma de decisiones de los diferentes entes encargados de la gestión a nivel gubernamental, para la generación e implementación de las acciones necesarias para la reducción de las emisiones de GEI (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible s.f.).

Teniendo en cuenta lo anterior, el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de GEI (INGEI) está definido como el documento que registra las emisiones derivadas de la actividad humana y las absorciones realizadas por los reservorios de carbono en Colombia. Los gases que son cuantificados en estos inventarios son Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y Perfluorocarbono (PFC) y se encuentran agrupadas por las emisiones y/o absorciones de cuatro principales grupos (IDEAM, 2012):

- Energía
- Procesos industriales y uso de productos.
- Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.
- Residuos.

En el caso colombiano, se propuso relacionar los ocho sectores principales de la economía como lo son minas y energía, industrias manufactureras, transporte, residencial, comercial, agropecuario, forestal y saneamiento, con los cuatro grupos propuesto por el IPCC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.).

#### 4.1.2. Compromisos e instrumentos propuestos para el desarrollo de estrategias

Respecto a la mitigación de GEI, Colombia presenta los siguientes compromisos en las NDC (Gobierno de Colombia ,2020):

- Emitir máximo 169.44 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en el 2030, lo cual significa una reducción del 51% de las emisiones respecto a lo proyectado en el escenario de referencia. También se compromete a tener disminución de las emisiones entre 2027 y 2030 tendiente a la neutralidad en el 2050 (Gobierno de Colombia ,2020).
- Definir los presupuestos de carbono para el periodo 2020-2030 con plazo máximo en el 2023 (Gobierno de Colombia ,2020).
- Disminución del 40% las emisiones de carbono negro respecto al 2014(Gobierno de Colombia ,2020).

Es importante mencionar que estas metas comprenden a todos los sectores de la economía, y es considerada una meta ambiciosa ya que sobrepasa de manera significativa a las estipuladas en el 2015 (Gobierno de Colombia ,2020).

Por otra parte, la meta de emisiones por deforestación es calculada de manera independiente por sus condiciones particulares. Esta meta se calcula a nivel nacional utilizando las proyecciones del Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales. La meta de mitigación relacionada con deforestación contempla una reducción de la tasa de deforestación a 50.000 ha/años en el 2030. Esta meta planea tener una proyección de 155.000 ha/año en el 2022 y 100.000 ha/año en el 2025(Gobierno de Colombia ,2020).

Actualmente Colombia presenta retos en la generación y acceso de cierto tipo de información que requerirán de avances en la investigación científica de los ecosistemas marinos y costeros, y en ecosistemas de alta montaña como los páramos. Esta situación provoca que en la NDC no se tengan en cuenta algunos depósitos de carbono; de igual manera no se contabilizan las remociones de CO<sub>2</sub> por bosques naturales que no vengan de procesos de restauración, ya que estos no son de origen antropogénico (Gobierno de Colombia ,2020).

#### 4.1.3. Políticas a nivel global

Según el informe de estrategias para reducir la emisión de gases de efecto invernadero en el sector transporte realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE (2002) se indica:

- Medidas centradas en el consumo y el ahorro de combustible, a través de la implementación de impuestos sobre el combustible, acuerdos generados de manera voluntaria con la industria para aumentar el rendimiento de combustible en los vehículos (OCDE,2002).
- Medidas que limitan el consumo medio de combustible en los vehículos nuevos que están siendo comercializados (OCDE,2002).
- Medidas encaminadas a fomentar el uso de transporte público a través de la limitación de la circulación de vehículos particulares en ciertas zonas de una ciudad (OCDE,2002).

- Gestión de demanda de transporte y la gestión del tráfico, la promoción del transporte público como medidas para incentivar el abandono voluntario de los vehículos particulares e incentivos para el uso de combustibles alternativos (OCDE, 2002).

En conclusión, las medidas más eficaces para la reducción de las emisiones de GEI son las que engloban una combinación de medidas como las mencionadas anteriormente.

La OCDE también presenta otra serie de iniciativas enfocadas a la mitigación de los GEI por los sectores de la industria que más contaminan, de esta manera se tiene (OCDE, s.f.):

Electricidad (OCDE, s.f.):

- Explorar los potenciales de las nuevas energías sostenibles
- Eliminación del carbón de manera progresiva
- Buscar inversión en el desarrollo e implementación de energía ecológica, así como en la infraestructura necesaria.
- Direccionar fondos públicos hacia la inversión en energías limpias

Construcción (OCDE, s.f.):

- Generar inversión en edificaciones verdes
- Integrar edificios ecológicos a la planificación urbana y rural
- Educar a todos los involucrados en el sector sobre los métodos de construcción más sostenibles.

Agricultura (OCDE, s.f.):

- Incentivar la innovación en el sector de la agricultura para aumentar la oferta de alimentos y a su vez reducir las emisiones
- Reformar las políticas agrarias que interfieren en los precios y que pueden contribuir al aumento de emisiones
- Utilizar recursos públicos para gestionar los efectos del cambio climático en los agricultores y consumidores

Dentro del panorama latinoamericano, las estrategias de políticas públicas sobre el cambio climático son muy comunes. Esto permite decir que las naciones han implementado la visión climática de manera transversal, ajustándola a su contexto y necesidades. A continuación, se muestra un breve resumen de los planes y programas relacionadas con el cambio climático de algunas naciones latinoamericanas (CEPAL, 2015; Naciones Unidas, 2015).

Tabla 1. Planes y programas implementados en Latinoamérica

País	Estrategia
Argentina	2° fase de la elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático
Brasil	Creación del Plan Nacional sobre Cambio Climático
Chile	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático: 2008-2012
México	Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40
Perú	Estrategia Nacional frente al Cambio Climático (Primer borrador)

*Nota.* Datos tomados de las Naciones Unidas (2015).

También resulta importante mencionar que dentro de los sectores en los que mayor énfasis se hace en las estrategias de mitigación son el sector de energía, transporte, agropecuario, forestal y residuos, ya que son estos los que mayor potencial y oportunidades tienen en la disminución de emisiones de GEI (Naciones Unidas, 2015).

Por otra parte, la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050 (2020) propuesta por el gobierno de España, plantea las siguientes estrategias a nivel sectorial para lograr una economía climáticamente neutra (Gobierno de España, 2020):

Sector eléctrico renovable: este sector plantea las siguientes líneas de trabajo (Gobierno de España, 2020):

- “Diseño y explotación de las redes de transporte y distribución: Estos deben desarrollarse de tal manera que puedan afrontar mayores niveles de intermitencia y puedan diseñarse a partir de modelos de flujos multidireccionales” (Gobierno de España, 2020 p.35).
- Autoconsumo: Fomentar la participación ciudadana en los proyectos de gestión de energías renovables (Gobierno de España, 2020 p.35).
- Incentivar tecnologías para asegurar operaciones flexibles y seguras. Para esto se propone el almacenamiento periódico de energía, gestión de la demanda, mejora del sistema de monitoreo, control y automatización (Gobierno de España, 2020 p.35).

Sector de Movilidad sostenible y transporte presenta las siguientes líneas de trabajo (Gobierno de España 2020):

- Seguir fomentando el cambio modal de los medios de transportes individuales hacia los colectivos u individuales con menor impacto ambiental (Gobierno de España, 2020).
- Incentivar el uso de combustibles renovables en el transporte pesado de carga (Gobierno de España, 2020).
- Innovación tecnología para un óptimo aprovechamiento de recursos
- Planificación urbana integrada a la gestión del transporte (Gobierno de España, 2020).

Sector de edificación sostenible propone (Gobierno de España 2020):

- Priorizar la intervención en edificios existentes ya que para el plazo del 2050 el 80% del parque edificado estará compuesto por edificios que ya están construidos (Gobierno de España, 2020).
- Las medidas regulatorias deben ir de la mano con incentivos adecuados, acompañamiento técnico e inversión (Gobierno de España, 2020).
- Gestionar las necesidades energéticas en el sector vivienda con fuentes renovables (Gobierno de España, 2020).

Sector agropecuario y residuos (Gobierno de España 2020):

- Producción de biogás, gestión de cultivos y conservación del suelo, digitalización en el riego y fertilización, mejora en la alimentación del ganado, técnicas de laboreo tecnificadas, prácticas agrarias que fomenten una mayor resiliencia a los impactos del cambio climático y que genere aumento en la fijación de CO<sub>2</sub> (Gobierno de España, 2020).
- Promoción de la economía circular: cambio en el diseño de productos, aumento de su capacidad de reparación y modo de uso (Gobierno de España, 2020).
- Gestión de los rellenos sanitarios a través de avances tecnológicos (Gobierno de España, 2020).
- Reducción de la carga de nitrógeno vertida a los cauces a través del tratamiento previo (Gobierno de España, 2020).

#### 4.2. Antecedentes

Según el estudio realizado por (Hernández, 2021) los sectores con mayores emisiones de gases (ganadería, sector agroindustrial, transporte y electricidad) de efecto invernadero son los responsables de una quinta parte de PIB y del 35.6% de



la fuerza laboral del país. Por otra parte, también se tienen que algunos sectores producen grandes emisiones, pero a su vez no tienen una contribución al PIB y a la fuerza laboral.

De igual manera, se tiene que el sector de energía es uno de los que mayor generación de GEI genera a pesar de que gran parte de la energía del país es hidroeléctrica, esto se debe al alto consumo de combustibles como petróleo y gas. En cuanto al sector agroindustrial, específicamente el sector agrícola y ganadero, tiene gran importancia en la económica y representa el 14.2% de las emisiones de GEI a nivel nacional. Se indica que las políticas públicas deben desarrollarse de manera integrada, para incentivar la producción de bienes al final de la cadena de manera responsable con el ambiente (Hernández, 2021).

Respecto a este análisis a nivel latinoamericanos, se encuentra que existe una mayor distribución de GEI por sector, además se indica que los mayores aportes vienen de los mismos sectores (agricultura, electricidad y transporte) (Hernández, 2021).

El estudio indica que para identificar las políticas públicas más eficientes a nivel sectorial, es necesario desarrollar medidas focalizadas para cada sector. En Colombia, el 72% de las inversiones están enfocadas al sector transporte y el 16% en el sector agropecuario (Hernández, 2021).

Adicionalmente este estudio analiza la emisión de GEI a través de los encadenamientos de las emisiones, las cuales pueden descomponerse en un encadenamiento directo (únicamente relacionado al sector) y un efecto indirecto (relacionados con otros sectores) tanto como demanda y oferta. Esta descomposición es útil para el diseño de políticas públicas eficaces, ya que permite entender la interrelación de los sectores y como estas afectan la cantidad de emisiones generadas. Un ejemplo de esto es la aplicación del impuesto al carbono, el cual tiene como propósito reducir el consumo de combustibles fósiles y el cual se cobra por la compra directa del combustible, pero se propone que para una mayor efectividad de esta medida este sea gravado en función de la cantidad de CO<sub>2</sub> que emita la actividad realizada (Hernández, 2021).

Otro estudio importante es el realizado por (Kuramochi et al., 2021) en el que se evaluó el progreso hacia los objetivos climáticos para el 2030 de nueve países no pertenecientes al G20 en los que se encuentra Colombia. Kuramochi et al. (2021) encontró que en cuanto a las emisiones de GEI en toda la economía nacional, se proyecta que Colombia probablemente alcanzaría o superaría significativamente sus objetivos para el 2030 con las políticas existentes. Para esta evaluación se utiliza datos históricos de emisiones de GEI informados por el gobierno a la CMNUCC, informes bienales y sus actualizaciones, en este caso no se tuvo en cuenta la actualización de las NDC que realizó Colombia en el 2020 pero los resultados obtenidos siguen siendo pertinentes para este estudio ya que se identifica que el país probablemente superaría la primera NDC. Es importante resaltar que para este estudio el escenario en el que se realizan la proyección

supone que se realiza una sustitución tecnología por opciones más eficientes a nivel energético y bajas en carbono de manera rápida.

Por otra parte, se encuentra el estudio realizado por Nieves et al. (2018) en donde se realiza una proyección de la emisión de GEI producidas en Colombia a nivel sectorial a través de la construcción de modelos y utilizando escenarios futuros positivos y negativos. En general, se estima que se presentará una reducción en las emisiones

Los resultados indican que para el año 2030 en el sector industrial, en el escenario positivo se generarían entre 3.8 y 3.7 Mton CO<sub>2</sub> y para el 2050 se generan entre 3.7 y 5.3 Mton de CO<sub>2</sub>, en el sector industrial se estima que se presente una disminución de las emisiones esperando una mayor participación de energía eléctrica generando 34.5 Mton a 40.5 Mton en el 2030 y entre 43.4 Mton a 57.1 Mton en el 2050. En cuanto al sector vivienda, si se espera un aumento drástico de las emisiones debido al uso de acondicionamiento térmico de espacios provocados por el aumento de la temperatura global, en el sector se espera que se generen entre 15.1 Mton a 21.6 Mton en el 2050, y entre 18.7 Mton a 31.7 Mton para el año 2050. Respecto al sector de transporte por carretera se espera que las mayores emisiones por parte de automóviles, taxis y motocicletas, para el 2030 se pronostica una generación de 20.6 Mton a 42.4 Mton y para el 2050 entre 53.9 a 65.8 Mton. Finalmente se tiene el sector del transporte fuera de carretera, que para el 2030 se espera que genere 4.8 Mton y en el 2050 produzca 5.3 Mton (Nieves et al., 2018).

Finalmente, Nieves et al (2018) concluye que el sector industrial y el de transporte, serán los mayores emisores, con una participación del 40.6% y 42.2% respectivamente.

Dentro de los antecedentes, resulta importante mencionar el impacto generados por el COVID-19. La pandemia no tuvo incidencia en los proyectos ganadores de la subasta de energías renovables de 2019, incluso en el 2021 se desarrolló una nueva subasta que asignó contratos de energía a 11 proyectos solares, que representan 793 MW de nueva capacidad instalada. La emergencia sanitaria puede ser la oportunidad para implementar cambios de hábitos como sociedad, que puedan incidir de manera directa e indirecta, sobre la emisión de gases de efecto invernadero (Ortega, Angel, & Jaramillo, 2019).

## 5. Área de estudio

### 5.1 Contexto geográfico

El área geográfica de Colombia es de 2.070.408 km<sup>2</sup>, de esta 928.660 km<sup>2</sup> corresponde a la superficie marítima y 1.141.748 km<sup>2</sup> corresponde al área continental. Las zonas insulares comprenden el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina en el mar Caribe, así como la isla de Malpelo y Gorgona en el océano Pacífico. La zona marina del océano Pacífico corresponde a

339.300 km<sup>2</sup> mientras que el mar caribe 589.360 km<sup>2</sup> siendo el único país de Suramérica con zonas marinas en estos dos océanos. Teniendo en cuenta esto, Colombia se ubica como el cuarto país más grande de Suramérica y el séptimo en América, a nivel mundial se ubica en el puesto 25 (Cabrera, Duarte, Lamprea, Lozano, & Renzoni, s.f.).

El área continental se divide en cinco regiones naturales: Andina, Caribe, Orinoquia, Pacífica y Amazonia. Cada una de estas regiones se divide en subregiones y cuentan con diferentes características económicas, sociales y culturales, así como con diferentes climas, ecosistemas y especies (Cabrera, Duarte, Lamprea, Lozano, & Renzoni, s.f.).

## 5.2 Contexto biofísico

- **Clima:** Este está definido por la posición del país en la zona tropical y por otros aspectos geográficos y atmosféricos como precipitación, intensidad de radiación solar, temperatura, sistemas de vientos, altitud, continentalidad y humedad atmosférica. Estos aspectos inciden en una amplia diversidad de climas en Colombia, los cuales comprenden climas calurosos en las costas hasta climas fríos de montaña en la cordillera de los Andes y la Sierra Nevada de Santa Marta (Cabrera, Duarte, Lamprea, Lozano, & Renzoni, s.f.).
- **Precipitación:** La región de Colombia donde se presentan menores lluvias es la Alta Guajira con un total de 500 mm, el máximo de precipitación se presenta en la región pacífica con un total anual de 9000 mm. La región Caribe presenta lluvias entre 500 y 4000 mm, la región Andina presenta una diversidad pluviométrica, con escasas lluvias de máximo 500 mm, en la Amazonía se presentan niveles de lluvia entre 4000 y 5000 mm por año. A nivel general, debido a la accidentalidad topográfica y/o a otros factores, el territorio presenta grandes variaciones en sus niveles de lluvia (Arango, Dorado, & Ruiz, s.f.).

Figura 2. Localización general y regiones geográficas

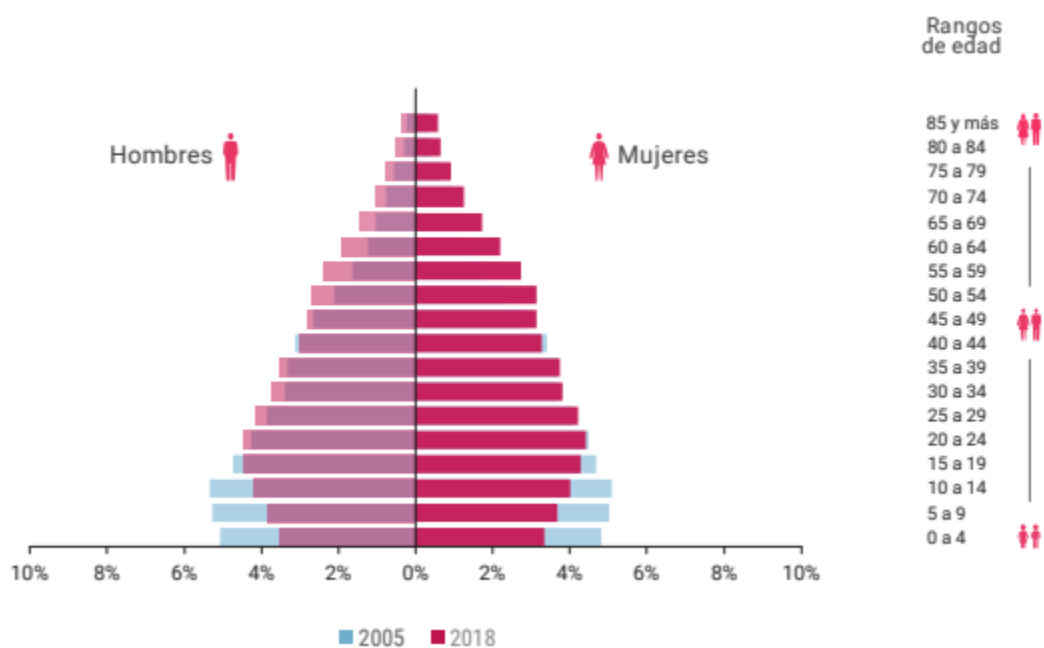


Fuente: IDEAM (s.f.). Climatología trimestral de Colombia. [Figura].

### 5.3 Contexto socioeconómico

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, la población total del país es de 48.258.494, de los cuales el 51.2% son mujeres lo que significa que por cada 100 hombres hay 104.7 mujeres, el 48.8% de la población son hombres. Para el 2018, la tasa de alfabetismo en hombres y mujeres de todas las edades subió respecto al año 2005. En la Figura 3 se observa la distribución en rango de edad distribuidos por sexo (DANE, 2018).

Figura 3. Pirámide poblacional



Fuente: DANE (2018). Censo Nacional de población y vivienda [figura]

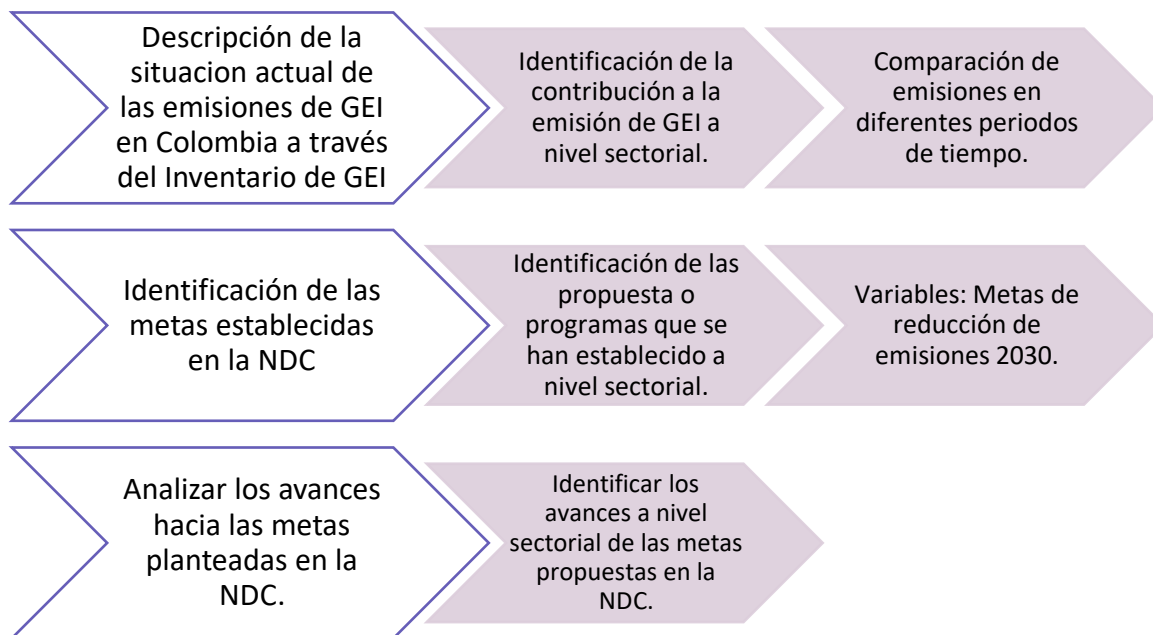
En la actualidad en Colombia se tienen 12.480 viviendas totales y 14.243.223 hogares. El tamaño de los hogares ha cambiado respecto al censo del 2005, para el 2018 se observa el incremento de los hogares de 1 persona, mientras que los hogares de 4 personas o más, disminuyeron (DANE, 2018).

Respecto a la distribución de la población, el 77.1% de la población vive en la cabecera municipales, el 7.1% en centros poblados y el 15.8% viven en centro rurales dispersos (DANE, 2018).

## 6. Materiales y métodos

### 6.1. Diagrama de Flujo

Figura 4. Diagrama metodología.



Fuente: Elaboración propia.

## 6.2. Diseño del estudio.

Los criterios de investigación tenidos en cuenta para la investigación incluyen el año desde que Colombia desarrollo la primera versión de los NDC, también se tiene en cuenta la política nacional desarrollada y aplicada en el país en materia ambiental incluyendo Fes, programas, y tratados internacionales suscritos. De igual manera, se realiza una investigación a nivel sectorial en donde se tienen en cuenta el aporte a la emisión de GEI, metas para cada sector y las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático que se han adoptado.

La recolección de la información se basó en los siguientes documentos; Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero INGEI y los informes bienales de Colombia, esto con el fin de establecer la situación del país en materia de emisiones de GEI. A partir de esta información se logra cumplir con el primer objetivo; identificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel sectorial (IDEAM ,2016).

Posteriormente se utiliza el Portafolio de Medidas Sectoriales de Mitigación del Cambio Climático, documento generado en el marco de la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia del 2020. La revisión del documento tiene como objetivo identificar las políticas o acciones de mitigación que se están ejecutando y desarrollando en el país en los distintos sectores económicos, cumpliendo de esta manera con el segundo objetivo. Para

eso se tomó como variable de selección de las iniciativas la “Metas de reducción de emisiones 2030”, la cual indica la reducción de CO<sub>2</sub> que representará la medida para el 2030 (Naciones Unidas ,2020)

La manera de agrupar las medidas en cada sector se presenta a continuación:

- Energía → Ministerio de minas y energía, Ministerio de Transporte
- Procesos industriales → Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
- Agricultura → Ministerio de Agricultura y desarrollo
- Residuos → Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Deforestación → Intersectoriales

Adicionalmente se hace una revisión bibliográfica de documentos relacionados con la evaluación de la reducción de emisiones de GEI en Colombia, cumpliendo de esta manera con el tercer objetivo. Para esto se utiliza la ecuación de búsqueda que se muestra a continuación en la base de datos Mendeley entre otras.

("evaluation" "greenhouse gases" "mitigation") AND "Colombia"

("public policies" "greenhouse gases" "advances") AND "Colombia"

Las variables que se tuvieron en cuenta para la revisión bibliográfica fueron año de publicación, y que dentro de sus objetivos se encuentre la evaluación de los avances que ha tenido el país en materia de generación de gases de efecto invernadero. De esta manera se obtiene la información relacionada con los resultados de los estudios que se han realizado para establecer los avances hacia los NDC utilizando diferentes métodos.

## 7. Resultados

### 7.1. Inventario Nacional GEI

Dadas las directrices del IPCC 2006, las emisiones se dividen en cuatro grandes grupos: energía, procesos industriales, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra y residuos.

De acuerdo con el inventario nacional de GEI, el sector de la energía es el que más aporta en la emisión de GEI con un 44%, seguido por el sector de la agricultura y la silvicultura con un 43%, esto representa 80 y 70 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente respectivamente. Con esta información es posible decir que para una reducción significativa de las emisiones de GEI, las políticas deben estar direccionadas hacia estos dos sectores (IDEAM ,2016).

Por otra parte, en todos los sectores se presenta un alza de la cantidad de emisiones con el paso del tiempo, excepto en el sector agricultura en donde es posible notar que durante el periodo comprendido desde 1990 al 2000, las emisiones se mantuvieron relativamente constantes, mientras que en los siguientes 10 años se presenta un incremento, curiosamente para el 2012 se reduce las emisiones en 50 Mt de CO<sub>2</sub> equivalentes (IDEAM ,2016).

En el sector energía y agricultura la mayor participación la tiene el CO<sub>2</sub>, sectores que presentan un mayor aportan en el total de las emisiones. En los procesos industriales y en el sector residuos, la participación de los GEI es aproximadamente equitativa (IDEAM ,2016).

Tabla 2. Variación histórica (1990-2012) de la participación en el inventario total

Sector	Variación
Energía	55%
Procesos industriales	112%
Agricultura	-26%
Residuos	95%

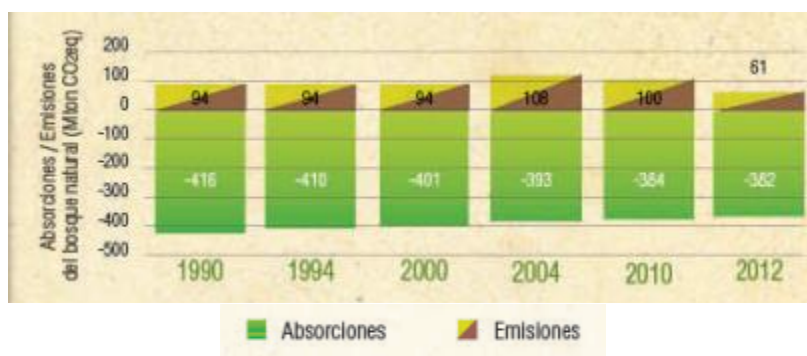
*Nota.* Datos tomados de IDEAM 2016

Como puede observarse en la tabla anterior, el sector con mayor aumento de la participación en el inventario total fue el sector de procesos industriales, aunque como se vio anteriormente no es de los sectores con mayor participación neta en el conteo total (IDEAM ,2016).

En cuanto al sector agricultura se observa la absorción del 26% de los GEI en el periodo de tiempo analizado, históricamente las tierras forestales no presentan emisiones debido a que anualmente las ganancias de carbono son mayores que las pérdidas, es esta la razón por la que el comportamiento de sus emisiones es diferente a los otros factores. En los datos presentados en la anterior tabla para este sector, se incluyeron tierras que presentaron emisiones en balance neto (IDEAM ,2016).



Figura 5. Absorciones/emisiones del bosque natural Mton CO<sub>2</sub>



Fuente: IDEAM (2016). Absorciones/emisiones del bosque natural [figura]

Respecto a la absorción, en la gráfica anterior se puede notar la cantidad las emisiones directas causadas por la deforestación del bosque natural, respecto a la absorción realizada. Es importante notar que para el 2012 Colombia ha perdido la capacidad de absorber en la biomasa de sus bosques 34 Mton de CO<sub>2</sub> al año (IDEAM ,2016).

## 7.2. Informe bienal de actualización de Colombia.

Según el informe bienal de actualización de Colombia, las emisiones en el 2014 fueron de 214.3 Mton CO<sub>2</sub> equivalente. De las áreas de la economía que mayor emisión genera es la agricultura, contribuyendo con el 49.9% del total de emisiones netas, posteriormente se encuentra la energía que representa el 38.5% del total. Dentro del sector de la agricultura, el cambio del uso del suelo es el responsable de 59.6% de las emisiones del sector, mientras que la ganadería y la agricultura representan el 21.4% y el 19% respectivamente. En el sector de la energía, el mayor emisor es el sector transporte con el 35.5% dentro de esta categoría, seguido del sector de la industria con 17.3% y la generación de energía con 14.5%. Por otra parte, se encuentra el sector de los residuos, el cual contribuye al 6.7% del total de emisiones, mientras que los procesos industriales ascienden al 4.9% (PNUD, 2018).

La problemática que contribuye de mayor manera a las emisiones de GEI es el cambio del uso de la tierra, lo cual se traduce a la pérdida de bosques naturales. El origen de la deforestación y el cambio del uso de la tierra varía en cada región, dentro de los usos de la tierra agrícola, los cambios se relacionan con la expansión de las actividades agrícolas o ganaderas hacia los bosques cercanos. En otras zonas como en la costa del pacífico y en la selva amazónica, este cambio del uso del suelo está relacionado con el acaparamiento de la tierra, el cultivo de coca y la minería ilegal (PNUD, 2018).

### 7.3. Tercer Informe bienal de actualización de cambio climático de Colombia.

Para el año 2018, se reportan un total de 302.974 Gg de CO<sub>2</sub>, y en cuanto a absorciones, se presentan -23.776 Gg de CO<sub>2</sub> eq., por lo tanto, el balance neto es de 279.198 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Del total de las emisiones, el mayor emisor de GEI es el sector de la agricultura con 59.1%, seguido del sector energético con 30.7%, el porcentaje restante corresponde a residuos y procesos industriales con el 6.8% y el 3.5% respectivamente (IDEAM, 2018).

En el sector de la agricultura, las emisiones son originadas principalmente del sector del uso y cambio del uso de la tierra, por ejemplo, el cambio de bosque natural a otro tipo de coberturas corresponde al 11% de las emisiones del sector, por otra parte, se tienen las emisiones asociadas a la deforestación por consumo de leña que corresponde al 6%, en total, la deforestación por diferentes causas contribuye con el 51% de las emisiones totales (IDEAM, 2018).

Respecto la categoría de energía, las emisiones por quema de combustibles fósiles en el sector transporte representan el 12% del total nacional y el 41% del total del sector energía. Dentro de sector transporte, el 78% de las emisiones proviene del transporte terrestre y el 11% de aviación civil. Por otra parte, el sector de la generación de energía, general el 26% de las emisiones de la categoría, especialmente por la quema de combustibles fósiles, refinación de petróleo y fabricación de combustible y otras industrias energéticas (IDEAM, 2018).

En la categoría de residuos, se generaron 20.474 Gg de CO<sub>2</sub> eq. que se conforman en el 52% de la disposición final de residuos en sitios gestionados y no categorizados, el 3% por la incineración y quema abierta de residuos y el 45% restante por el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (IDEAM, 2018).

De igual manera, se tiene que las absorciones en el año 2018 están conformadas por las tierras de las plantaciones forestales comerciales y por la regeneración de tierras forestales, con un aporte de -14.429 Gg, (60.7% del total de las absorciones), también las tierras de cultivos permanentes aportan con un 28.2% del total, los sistemas silvopastoriles con un 8.6% y por último se tienen los productos de madera cuyo aporte es del 2.5% del total (IDEAM, 2018).

De acuerdo con el tercer informe bienal de Colombia, se observa un crecimiento del 34.7% del total de las emisiones desde 1990 al año 2018, esto significa una diferencia de 78.022 Gg de CO<sub>2</sub> eq. de estos datos se calcula que la tasa de crecimiento anual es del 1%. Respecto a las emisiones del 2016 se percibe un aumento del aproximadamente 25.000 Gg de CO<sub>2</sub> eq (IDEAM, 2018).

También es posible notar que el sector de la agricultura es el que históricamente ha aportado más a las emisiones de GEI, sin embargo, es importante mencionar que este aporte ha disminuido históricamente pasando del 73% en 1990 al 59% en el 2018. En contraste se encuentra el sector de la energía, el cual ha venido

umentando su aporte de 22% en 1990 al 37% en el 2018, encontrándose su máxima participación en el 2015. Los demás sectores también presentan un crecimiento, aunque en menor proporción (IDEAM, 2018).

#### 7.4. Portafolio de medidas sectoriales de mitigación de Cambio Climático (Naciones Unidas, 2020).

El portafolio de medidas sectoriales de mitigación de Cambio Climático de la CDN presenta estas medidas agrupadas en los diferentes ministerios, para efectos de esta comparación se agruparán de la siguiente manera (Naciones Unidas, 2020) :

- Energía → Ministerio de minas y energía, Ministerio de Transporte
- Procesos industriales → Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
- Agricultura → Ministerio de Agricultura y desarrollo
- Residuos → Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Deforestación → Intersectoriales

Es importante resaltar que se seleccionaron las estrategias con mayor aporte a la reducción de emisiones de GEI por ministerio.

#### Energía

Iniciativa 1 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Ministerio de Minas y Energías
- Nombre de la iniciativa: Eficiencia energética.
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación:

La eficiencia energética se ha planteado como una opción transversal a los tres subsectores (energía eléctrica, hidrocarburos y minería) en las siguientes acciones concretas (Naciones Unidas, 2020):

Fortalecimiento del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE), el cual consiste en la incorporación al PROURE de metas, estrategias y acciones para la industria eléctrica, minera y de hidrocarburos. Impulsando la definición de metas, acciones y estrategias en el PROURE con sus respectivos porcentajes de mejora de eficiencia energética, reducción de emisiones y beneficios asociados (Naciones Unidas, 2020).

Gestión de la Oferta, busca identificar lineamientos para optimizar el despacho de energía eléctrica, con el fin de promover el aumento de eficiencia en las centrales que permitan reducir emisiones de GEI, sin afectar las condiciones del mercado eléctrico (Naciones Unidas, 2020).

- Metas de reducción de emisiones en 2030: La implementación de estas acciones aporta a la meta del sector minero energético de 11.2 Mton de CO<sub>2</sub> equivalente (Naciones Unidas, 2020).

#### Iniciativa 2 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Ministerio de Minas y Energías
- Nombre de la iniciativa: Generación de electricidad
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación:

Diversificaciones de la matriz energética: Propone impulsar objetivos políticos para que el país obtenga una diversificación de la canasta energética y pueda reducir las emisiones de GEI (Naciones Unidas, 2020).

Transformación de las zonas no interconectadas (ZNI): tiene como objetivo reducir las emisiones de GEI por medio la utilización de recursos energéticos locales, a través de soluciones socio-efectivas para una generación más sostenible. De igual manera aumentar la cobertura de prestación del servicio utilización la tecnología (Naciones Unidas, 2020).

- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: La implementación de estas acciones aporta a la meta del sector minero energético de 11.2 Mton de CO<sub>2</sub> equivalente (Naciones Unidas, 2020).

#### Iniciativa 3 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Ministerio de Transporte.
- Nombre de la iniciativa: Movilidad Eléctrica
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación:

Políticas para la promoción de movilidad eléctrica en el país, desarrollo normativo, técnico y regulatorio para vehículos y estaciones de carga, Creación de entorno técnico y de mercado para garantizar oferta eléctrica para movilidad, creación de instrumentos financieros para este segmento de vehículo para garantizar condiciones de mercado equitativas con las tecnologías tradicionales, los cuales incluyen esquema de subsidios y un alinea de financiación para vehículos de transporte público (Naciones Unidas, 2020).

- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: 4.041.987 ton de CO<sub>2</sub> equivalente (Naciones Unidas, 2020).

#### Iniciativa 4 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Ministerio de Transporte.
- Nombre de la iniciativa: Programa de Modernización de Transporte Automotor de Carga
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación:

Según algunas características de los vehículos, como la edad, se cuenta con alternativas con o sin reconocimiento económico. (Naciones Unidas, 2020)

- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: 1.028.100 ton CO<sub>2</sub> eq.
- Metas en termino de datos: 57.000 vehículos renovados entre el 2015 y 2030 (Naciones Unidas, 2020)

## Procesos industriales

### Iniciativa 1 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
- Nombre de la iniciativa: Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector de industria.
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación:

Identificación de oportunidades de mejora, transferencia de buenas prácticas operativas, aumento de la eficiencia energética de principales equipos como calderas y hornos, transición de tecnologías como cambio de combustible y equipos de vapor y transición de equipos de energía termina de combustibles líquidos o solidos a gas natural (Naciones Unidas, 2020).

- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: 0,85 Mton de CO<sub>2</sub> equivalente a 2030 presentadas en las fichas 1,70 Mton de CO<sub>2</sub> equivalente a 2030 (Naciones Unidas, 2020).

## Agricultura

### Iniciativa 1 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
- Nombre de la iniciativa: Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales como contribución a la captura de GEI (Naciones Unidas, 2020)
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación: Para el 2030 se espera que Colombia tenga 5 años de manejo sostenible de 1.500.000 hectáreas de plantaciones forestales con fines comerciales para la obtención de madera (Naciones Unidas, 2020)
- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: 10.366.000 ton de CO<sub>2</sub> eq (Naciones Unidas, 2020).
- Metas en termino de datos: Plantación de 27.282 ha para el 2030, se prevé que para ese año la meta pueda aumentar planeando la plantación de 34.165 ha anual (Naciones Unidas, 2020).

### Iniciativa 2 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: federación nacional de cafeteros de Colombia fedecafé
- Nombre de la iniciativa: NAMA Café de Colombia.
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación:

Implementación de sistemas agroforestales en los cultivos de café, optimización de prácticas en el proceso de postcosecha del café y cambio de combustibles en secadores mecánicos de café, aumento de la cantidad de siembra de cultivos a libre exposición, así como el uso eficiente de fertilizantes (Naciones Unidas, 2020).

- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: por tratamiento de agua se prevé un potencial de 5.000 ton CO<sub>2</sub> equivalente, y por eficiencia energética se calcula un potencial agregado de 80.000 ton de CO<sub>2</sub> equivalente (Naciones Unidas, 2020).

Iniciativa 3 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Federación Nacional de Productores de Panela FEDEPANELA
- Nombre de la iniciativa: Estrategia Integral del Subsector Panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva. (NAMA - PANELA)
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación:

Mejoramiento de las prácticas de producción de panela y la restauración de sistemas naturales para lograr un aumento de la cobertura vegetal de los cultivos, transformación tecnológica para la integración de procesos productivos, desarrollo de capacidades del sector panelero para la implementación de cambios y monitoreo, reporte y verificación de la gestión del conocimiento (Naciones Unidas, 2020).

- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: El potencial es de 21.000 ton de CO<sub>2</sub>eq (Naciones Unidas, 2020).
- Metas en términos de datos: 1.500 unidades productivas con instalación de recirculadores térmico y cambio de motores Diesel por eléctricos, 800 ha de proceso de restauración por compensación a la deforestación (Naciones Unidas, 2020).

Residuos

Iniciativa 1 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

- Nombre de la iniciativa: Restauración ecológica / Línea Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Naciones Unidas, 2020).
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación: Incremento de hectáreas en ecosistemas boscosos bajo esquemas de restauración ecológica, en una distribución aproximada de 80% restauración pasiva y un 20% de restauración activa (Naciones Unidas, 2020).
- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: 16.937.289 ton de CO<sub>2</sub> eq (Naciones Unidas, 2020).
- Metas en términos de datos: 962.289 ha restauradas (Naciones Unidas, 2020).

#### Iniciativa 2 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Nombre de la iniciativa: Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación: Inicialmente se gestionará la capacidad de desarrollo del programa, posteriormente se espera una rápida implementación por la habilitación de proyectos y programas de soporte, que generen un mercado en relación con la implementación de estufas eficientes (Naciones Unidas, 2020).
- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: 2.292.000 t CO<sub>2</sub> eq.
- Metas en términos de datos: instalación de 1.000.000 de estufas eficientes de cocción por leña para entre el 2021 y 2030 (Naciones Unidas, 2020).

#### Deforestación

##### Iniciativa 1 (Naciones Unidas, 2020):

- Entidad que lidera la iniciativa: Intersectorial
- Nombre de la iniciativa: Reducción intersectorial de la deforestación
- Actividades de iniciativas/medida/estrategia de mitigación:

Las acciones se encuentran enmarcadas en el Pacto por la Sostenibilidad, el cual hace parte del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. A través de intervenciones del Consejo Nacional de Luchas contra la Deforestación y otros Crímenes Ambientales y el fortalecimiento del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono se buscará la ejecución de medidas de control y monitoreo (Naciones Unidas, 2020)

Minambiente busca desarrollar propuestas de arreglos institucionales para las regiones, estas se vinculan con los mecanismos e instrumentos como los programas REDD+, CONPES “Política nacional para el control a la deforestación y la gestión de los bosques”, entre otros. De igual manera se

apoya en los instrumentos de pago por servicios ambientales y la articulación de las metas con la gestión de incendios forestales (Naciones Unidas, 2020)

- Metas de reducción de emisiones de GEI en 2030: 59.183.432 ton de CO<sub>2</sub> eq (Naciones Unidas, 2020)
- Metas en términos de datos: Tasa de deforestación de 50.000 ha/año en el 2030 (Naciones Unidas, 2020)

## 7.5. Discusión

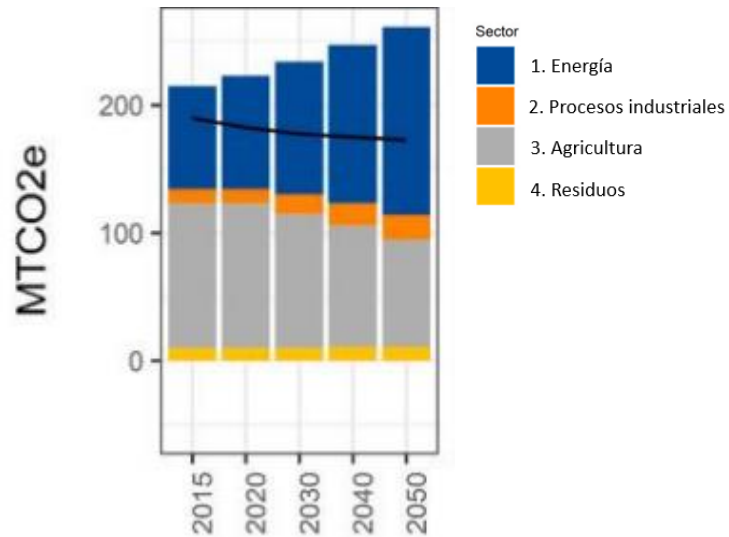
Según Delgado, Wild, Arguello, Clarke y Romero (2020) a pesar de que Colombia ha presentado esfuerzos para eliminar las emisiones de GEI a través de su NDC y a través de otra serie de medidas asociadas a los sectores energéticos, agrícolas y forestales, estas emisiones seguirán creciendo si no se implementan medidas adicionales, ya que más medidas actuales son insuficientes para lograr una descarbonización profunda.

Para llegar a estas conclusiones, Delgado et al. (2020) desarrollo tres escenarios de descarbonización profunda a largo plazo, cada escenario modelado corresponde a la estimación de emisiones globales informado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En este caso tendremos en cuenta el escenario de referencia, el cual se construyó con base en la NDC de Colombia del 2015 y los esfuerzos continuos que se han realizado para contribuir a las NDC. Para la producción del escenario se utilizaron diferentes modelos formales de economía energética y evaluación integrada.

Dentro del diseño del escenario base, se tuvo el acompañamiento de actores gubernamentales y académicos de Colombia, los modelos se calibraron de tal manera que se ajustara al contexto del país reflejando conocimientos en sistemas de energía, agua y tierra. Este modelo también tiene en cuenta datos como la población, productividad laboral que derivan del PIB, así como otros procesos interrelacionados (Delgado et al. ,2020).



Figura 6. Emisiones anuales de GEI en el escenario de referencia



Fuente: Delgado et al. (2020). [Figura]

Tal como se muestra en la figura 8, en donde se observa el aporte a las emisiones de GEI de cada sector proyectado hasta el 2050 de acuerdo con el escenario de referencia anteriormente descrito, se concluye que, aunque en la actualidad el sector que más aporta a las emisiones de GEI en Colombia es la agricultura, el crecimiento económico producirá aumentos importantes en las emisiones del sector energético. Por esto es posible decir que las estrategias a corto plazo deben estar orientadas al sector agricultura, pero a mediano plazo deben direccionarse al sector energético (Delgado et al. ,2020).

Teniendo en cuenta estudios como el presentado por Calderón *et al.* (2016) evidencia que es posible una reducción significativa de CO<sub>2</sub> puede lograrse por medio de impuestos al carbono, ya que logra limitar el consumo de combustibles fósiles, aunque parte de la reducción de emisiones también se debe a la disminución de la producción de los combustibles fósiles. Incluso estas medidas podrían propiciar un aumento en la generación de electricidad, ya que la reducción de las emisiones a través de la electrificación de la energía aprovecharía el potencial de la energía hidroeléctrica y otras fuentes más limpias. A pesar de esto, es importante resaltar que en todos los escenarios propuestos por Calderón *et al.* (2016) las trayectorias de las emisiones de CO<sub>2</sub> para Colombia desde el 2005 al 2050 van en aumento.

La implementación de políticas de impuestos al carbono propicia la penetración de energías alternativas, una propuesta de impuesto al carbono que pueda subir de manera progresiva permite que Colombia tenga potencial de convertirse en CO<sub>2</sub> neutral o incluso negativo a través de la descarbonización de la energía eléctrica .

Según la segunda versión del Primer Informe de Cumplimiento de hitos bajo la modalidad 1 de la Declaración Conjunta de Intención Renovada, mecanismo de pago por resultados a nivel nacional que se realiza entre los Gobiernos de Alemania, Noruega, Reino Unido y Colombia para establecer una alianza enfocada en la reducción de los GEI provenientes de la deforestación y degradación del bosque (REDD+) en Colombia, establece que en el año 2019 la reducción de la deforestación fue del 19% respecto al 2018, teniendo un área de 158.894 ha deforestadas, donde las principales reducciones se presentaron en los biomas de la Amazonia y la Orinoquia. Para el segundo trimestre del 2020 se identificó una reducción de la deforestación pasando de 3.200 ha a 2.200 ha en los departamentos del Meta, Caquetá y Guaviare, para el tercer semestre del 2020 se registró un comportamiento estable respecto al área deforestada. (Minambiente, 2021).

## 8. Conclusiones

Es posible concluir que el sector de la energía es el que más aporta en la emisión de GEI con un 44%, seguido por el sector de la agricultura y la silvicultura con un 43% para el 2012. Para el 2014 la agricultura contribuyó con el 49.9% del total de emisiones netas, representando de nuevo el área de la economía que mayor emisión genera. Finalmente, para el 2018, se identificó que del total de las emisiones, el mayor contribuyente de GEI es el sector de la agricultura con 59.1% del total.

Las iniciativas que mayor impacto tienen en relación con la cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente, son las aplicadas al sector de la energía. Si bien no es el sector que contribuyen en mayor medida, representa una gran cantidad en las emisiones en la actualidad. Este gran potencial de reducción se debe a la gran incidencia de la transformación tecnológica en el sector.

Colombia presenta avances significativos en la reducción de las emisiones de GEI, esto se evidencia en el caso de la deforestación en la reducción que ha tenido durante el primer trimestre del 2020. De igual manera, durante la reducción bibliográfica se estableció que Colombia podría cumplir con sus NDC en el 2030, resultado que surgió bajo diferentes métodos de evaluación de escenarios.

## 9. Recomendaciones

En la actualidad existen barreras legales, sociales y ambientales a las fuentes de energía renovables no convencionales que necesitan removidas para asegurar su difusión. Esto es necesario para disminuir los costos de la expansión a gran escala de este tipo de energía, para esto es importante realizar un análisis detallado de las implicaciones de los impuestos del carbono en el marco legal del país (Calderón *et al.*, 2016).

También es importante tener en cuenta los efectos que trae los impuestos al carbono en la economía, especialmente en el PIB, por esto se debe diseñar una política climática integral que incluya diversos instrumentos políticos donde se evalúen costos y beneficios de estas tecnologías.

En cuanto a la deforestación, resulta importante enfocar la gestión gubernamental y estatal en la mitigación de las actividades legales (cultivos ilícitos, minería ilegal) ya que son un factor de degradación forestal importante que permite la realización de otras actividades que profundizan el problema de la deforestación (García, s.f.).

Por otra parte, resulta significativo introducir en el debate de diseño de nuevas políticas públicas la implementación de actividades que puedan aumentar las emisiones, un ejemplo de esto es la posible apertura de proyectos piloto de fracking.

## Referencias citadas

- Arango, C., Dorado, J., & Ruiz, F. (s.f.). *Climatología Trimestral de Colombia*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia:  
<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/Climatolog%C3%ADa+Trimestral+para+Colombia+%28Ruiz%2C+Guzman%2C+Arango+y+Dorado%29.pdf/c2825963-c373-449a-a7cb-8480874478d9>
- Becerra, M. R. (2020). *En ambiente Duque trazó metas ambiciosas a las que les falta el cómo*. Obtenido de <https://cerosetenta.uniandes.edu.co/en-ambiente-duque-trazo-metas-ambiciosas-a-las-que-les-falta-el-como/>
- Cabrera, M., Duarte, M., Lamprea, P., Lozano, R., & Renzoni, G. (s.f.). *Capítulo uno, circunstancias nacionales*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.:  
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021658/2Comunicacion/IDEAMTOMOIIICap1.pdf>
- Corpocaldas. (2019). *Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del Departamento de Caldas*. Obtenido de <https://www.corpocaldas.gov.co//publicaciones/1598/2020/01-28/PlanIntegralGestionAlCambioClimaticoCaldas.pdf>
- Davis, M. (20 de octubre de 2021). *Gobiernos del mundo deben tomar medidas inmediatas para cerrar la brecha de producción de combustibles fósiles*. Obtenido de <https://www.sei.org/featured/gobiernos-del-mundo-deben-tomar-medidas-inmediatas-para-cerrar-la-brecha-de-produccion-de-combustibles-fosiles/>
- Delgado, R., Wild, T., Arguello, R., Clarke, L., & Romero, G. (2020). *Options for Colombia's mid-century deep decarbonization strategy*. Obtenido de [file:///C:/Users/57301/OneDrive/Escritorio/ADOPTA%20UN%20NERD/Proyecto%20Ecologia/documentos\\_2/delgado2020.pdf](file:///C:/Users/57301/OneDrive/Escritorio/ADOPTA%20UN%20NERD/Proyecto%20Ecologia/documentos_2/delgado2020.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). *Censo Nacional de población y vivienda 2018*. Obtenido de DANE:  
<https://www.dane.gov.co/files/censo2018/infografias/info-CNPC-2018total-nal-colombia.pdf>
- DNP. (2013). *ABC: Adaptación Bases Conceptuales. Marco conceptual y lineamientos*. Obtenido de <https://docplayer.es/82329162-Abc-adaptacion-bases-conceptuales-marco-conceptual-y-lineamientos.html>
- García, H. (s.f.). *Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas*. Obtenido de Fedesarrollo:  
[https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/337/KAS%20SOPLA\\_Deforestacion%20en%20Colombia%20retos%20y%20perspectivas.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/337/KAS%20SOPLA_Deforestacion%20en%20Colombia%20retos%20y%20perspectivas.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Gobierno de Colombia. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>

- Gobierno de España. (2020). *Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050*. Obtenido de [https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts\\_es\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts_es_es.pdf)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2007). *Climate Change 2007* Obtenido de : [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2013). *Ficha informativa del IPCC: ¿Qué es el IPCC?* Obtenido de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/04/FS\\_what\\_ipcc\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/04/FS_what_ipcc_es.pdf)
- Hernández, G. (Abril de 2021). *Emisiones de gases de efecto invernadero y sectores clave en Colombia*. Obtenido de [file:///C:/Users/57301/Downloads/857-Texto%20del%20art%C3%ADculo-16718-2-10-20210408%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/57301/Downloads/857-Texto%20del%20art%C3%ADculo-16718-2-10-20210408%20(1).pdf)
- Hidalgo, M. C., & Pisano, I. (2010). Determinants of risk perception and willingness to tackle climate change. A pilot study. *Psychology*, 1(1), Obtenido de : <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1174/217119710790709595?needAccess=true>
- IDEAM. (2016). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023421/cartilla\\_INGE I.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023421/cartilla_INGE I.pdf)
- IDEAM. (2018). *Tercer Informe Bienal de Actualización de cambio climático de Colombia*. Obtenido de <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>
- IDEAM. (s.f.). *Gobierno de Colombia*. Obtenido de Cambio Climático: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico#:~:text=Por%20otro%20lado%2C%20el%20Panel,como%20resultado%20de%20actividades%20humanas.>
- IDEAM. (s.f.). *Informe sobre el Cambio Climático en Colombia*. Obtenido de Subdirección de Meteorología: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Resumen+Ejecutivo+Escenarios+de+Cambio+Clim%C3%A1tico.pdf/0e37511b-9ed9-40c7-b1d0-b0a47eb7d36e#:~:text=Con%20respecto%20a%20impactos%20del,humanas%2C%20incrementar%20los%20costos%20de>
- IDEAM. (s.f.). *Política Nacional de Cambio Climático*. Obtenido de Gobierno de Colombia: <http://www.cambioclimatico.gov.co/directorio-del-cambio-climatico#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20Pol%C3%ADtica,por%20efectos%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico.>
- J.A. Nieves, A.J. Aristizabal, I. Dyer, O. Baez; D, Ospina. (2018). *Energy demand and greenhouse gas emissions analysis in Colombia*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544218324174?via%3Dihub>
- Keil, R. (2017). Anthropogenic forcing of carbonate and organic carbon preservation in marine sediments. *Annu. Rev. Mar. Sci*, 9, 151-172. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/profile/RichardKeil/publication/309716877\\_Anthropogenic\\_Forcing\\_of\\_Carbonate\\_and\\_Organic\\_Carbon\\_Preservation\\_in\\_Marine\\_Sediments/links/59230d67458515e3d408dfbb/Anthropogenic-Forcing-of-Carbonate-and-Organic-Carbon-Preservation-in-Marine-Sediments.pdf](https://www.researchgate.net/profile/RichardKeil/publication/309716877_Anthropogenic_Forcing_of_Carbonate_and_Organic_Carbon_Preservation_in_Marine_Sediments/links/59230d67458515e3d408dfbb/Anthropogenic-Forcing-of-Carbonate-and-Organic-Carbon-Preservation-in-Marine-Sediments.pdf)

Kuramochi, T. (24 de Mayo de 2021). *Energy demand and greenhouse gas emissions analysis in Colombia: A LEAP model application*. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/271991/1-s2.0-S1462901121X00081/1-s2.0-S1462901121001209/mainext.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjECsaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDicTM7b8dV0ufHWT0kmrE%2FjaUe7leSiBbrrYK77vp91QlhANbcvrkjcndNs1RF3QACyqu3uV7dMQhgj6AIYt7>

Ley 1931 de 2018. (2018,27 de julio). Congreso de la República de Colombia. Diario oficial No 50.667. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático 2018. Obtenido de : [https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201931%20DEL%207%20DE%20JULIO%20DE%202018.pdf?TSPD\\_101\\_R0=0883a32c4dab2000ccd330cffd232c2e4a55e992c8f972b372f01b4b69e6f890b3e1551dd1ab85d0086d4c190e145000f350594d961faf27246960abc0105777ce5b86c506d81503ceaabc90fb44ec9e243d206db44f2be59ba03ce9bb4cf789f8a081d695ae4d69a16533c893114fc54513f634b1ac1e3d478f1d494888e1d9](https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201931%20DEL%207%20DE%20JULIO%20DE%202018.pdf?TSPD_101_R0=0883a32c4dab2000ccd330cffd232c2e4a55e992c8f972b372f01b4b69e6f890b3e1551dd1ab85d0086d4c190e145000f350594d961faf27246960abc0105777ce5b86c506d81503ceaabc90fb44ec9e243d206db44f2be59ba03ce9bb4cf789f8a081d695ae4d69a16533c893114fc54513f634b1ac1e3d478f1d494888e1d9)

Minambiente. (mayo de 2021). *Primer Informe de cumplimiento de hitos bajo la modalidad 1 de la declaración conjunta de intención renovada*. Obtenido de [https://archivo.minambiente.gov.co/images/asuntos-internacionales/pdf/dci/INFORME\\_DCI\\_26082021.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/asuntos-internacionales/pdf/dci/INFORME_DCI_26082021.pdf)

Ministerio de Ambiente. (s.f.). *Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territorial*. Obtenido de Gobierno de Colombia: <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/planes-integrales-de-gestion-del-cambio-climatico-territorial/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (diciembre de 2021). *Ciudades capitales de Colombia, comprometidas por la carbono neutralidad*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/carbono-neutralidad/ciudades-capitales-de-colombia-comprometidas-por-la-carbono-neutralidad/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero – INGEI*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/inventario-nacional-de-emisiones-y-absorciones-de-gases-de-efecto-invernadero-ingei/>

Naciones Unidas. (2020). *Nationally Determined Contributions Registry*. Obtenido de [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Adjunto%20.%20%20Medidas%20de%20mitigaci%C3%B3n\\_NDC%20de%20Colombia%202020.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Adjunto%20.%20%20Medidas%20de%20mitigaci%C3%B3n_NDC%20de%20Colombia%202020.pdf)

Naciones Unidas. (s.f.). *Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)*. Obtenido de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-Paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/contribuciones-determinadas-a-nivel-nacional-ndc#eq>

OCDE. (s.f.). *25 ACCIONES sobre el clima*. Obtenido de <https://www.oecd.org/environment/25-acciones-clima-es.pdf>

OCDE. (2002). *Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Road Transport*. Obtenido de <https://www.oecd-ilibrary.org/transport/strategies-to-reduce-greenhouse-gas-emissions-from-road->

- transport/summary/spanish\_9789264195974-sum-es;jsessionid=e-huDqWJ4Cnw73fLQwdDi5T\_.ip-10-240-5-25
- PNUD. (2018). *Segundo informe bienal de actualización de Colombia ante la CMNUCC*. Obtenido de [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/47096251\\_Colombia-BUR2-1-2BUR%20COLOMBIA%20SPANISH.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/47096251_Colombia-BUR2-1-2BUR%20COLOMBIA%20SPANISH.pdf)
- Rodriguez-Becerra, M., & Mance, H. (2009). *Foro Nacional Ambiental*. Obtenido de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/07216.pdf>
- Sarmiento, A., Etter, A., González, J., & Orrego, S. (2011). *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/44688974/Analisis+de+tendencias+y+patrones+espaciales+de+deforestacion+en+Colombia/06030c14-c433-485a-8541-8367e78038aa?version=1.0>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2016). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*. Obtenido de <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD/Plan-Nacional-de-Gestion-del-Riesgo-de-Desastres-2015-2025.pdf>
- WWF. (2018). *Glosario ambiental : ¿Sabes qué se pactó en el Acuerdo de París?* Obtenido de [https://www.wwf.org.co/?uNewsID=334976&ads\\_cmpid=1376834772&ads\\_adid=112180048770&ads\\_matchtype=b&ads\\_network=g&ads\\_creative=494458598355&utm\\_term=acuerdo%20de%20París&ads\\_targetid=kwd-514209894632&utm\\_campaign=&utm\\_source=adwords&utm\\_medium=ppc&ttv=2&gclid](https://www.wwf.org.co/?uNewsID=334976&ads_cmpid=1376834772&ads_adid=112180048770&ads_matchtype=b&ads_network=g&ads_creative=494458598355&utm_term=acuerdo%20de%20París&ads_targetid=kwd-514209894632&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&ttv=2&gclid)