



# Inventario nacional de gases de efecto invernadero

MSc. Carlos Sosa Pérez  
MSc. Javier Bolufé Torres  
INSTITUTO DE METEOROLOGÍA



COLECCIÓN  
ENTENDIENDO  
EL CAMBIO CLIMÁTICO



# **Inventario nacional de gases de efecto invernadero**

**MSc. Carlos Sosa Pérez**  
**MSc. Javier Bolufé Torres**  
INSTITUTO DE METEOROLOGÍA



COLECCIÓN  
**ENTENDIENDO  
EL CAMBIO CLIMÁTICO**



**Autor:**

MSc. Carlos Sosa Pérez

*carlos.sosa@insmet.cu*

MSc. Javier Bolufé Torres

*javier.bolufe@insmet.cu*

**Diseño:**

Dina del Río Heredia

*El contenido de este material solo refleja la opinión del autor*

**Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, citándola de forma siguiente:**

*Sosa C y J. Bolufé. 2019: Inventario Nacional de Gases de Efecto de Invernadero.*

*Serie Entendiendo el Cambio Climático. ISBN: 978-959-300-175-5. Editorial AMA.*

*Realizado con la contribución del Proyecto Tercera Comunicación Nacional y Primer Reporte Bienal a la Convención Marco de Naciones Unidas.*

# Índice

---

## **Prólogo / 5**

## **Introducción / 9**

El cambio climático / 9

Marco Internacional / 12

## **Inventarios Nacionales de GEI / 17**

Serie anual y temporal del INGEI / 18

Reporte del Inventario Nacional de GEI / 18

Datos de actividad y factores de emisión / 19

Niveles metodológicos / 20

Categorías Claves en los INGEI / 21

Calidad del Inventario. Características que lo distinguen / 21

## **Inventario de 2016. Emisiones por actividades / 25**

Descripción de las emisiones por sectores / 27

*Sector Energía / 27*

*Sector Procesos Industriales y Uso de Productos / 37*

*Sector Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros usos de la tierra / 40*

*Desechos / 46*

Indicadores Generales / 48

Emisiones per cápita e intensidad del carbono / 49

## **Bibliografía / 51**

---



# Prólogo



# Prólogo

---

Esta demostrado científicamente que el cambio climático es la mayor de las amenazas medio ambientales que enfrenta la humanidad. Un reciente artículo publicado por la Revista *BioScience*<sup>1</sup>, declara que se producirá una emergencia ambiental debida a este fenómeno. Ese artículo, avalado por la firma de más 11 mil científicos de 153 países, indica que el cambio climático “provocará un sufrimiento humano no revelado”, si no se producen cambios profundos y duraderos en las emisiones de gases de efecto de invernadero.

A pesar de 40 años de negociaciones mundiales, el cambio climático transcurre de manera más acelerada que lo previsto por la comunidad científica. También es un hecho que el propósito de los Acuerdos de París de evitar transgredir la frontera de los 2 oC, parece ser una ilusión inalcanzable. Las alternativas para enfrentar la crisis continúan siendo la mitigación y la adaptación.

Para países como Cuba, la adaptación es la senda de mayor prioridad, tal y como se propone el Programa del Estado Cubano para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea Vida). Nuestro país se ha mantenido en la vanguardia de los estudios sobre los impactos y las medidas de adaptación al cambio climático. Desde 1991 los resultados alcanzados han sido el sustento de las medidas de mitigación y adaptación que se implementan. Pero el camino aun es largo, pues se requieren mayores precisiones, nuevos métodos de análisis y un abordaje más integrador para responder a preguntas cada vez más complejas.

---

<sup>1</sup> William J Ripple, Christopher Wolf, Thomas M Newsome, Phoebe Barnard, William R Moomaw. **World Scientists' Warning of a Climate Emergency**. *BioScience*, 2019; DOI: 10.1093/biosci/biz088.

Para enfrentar de manera exitosa los impactos adversos del cambio climático, es imprescindible entender mejor este fenómeno. La adaptación al cambio climático es un proceso de visión estratégica al futuro, que debe iniciarse desde el presente y fundamentarse en modelar cómo funcionarían los ecosistemas naturales y humanos bajo la influencia de un nuevo estado climático. Entender mejor el fenómeno no es una acción exclusiva de los científicos, significa que todos los actores de la sociedad deben comprender de qué se trata y cómo se debe responder.

Esta serie es una iniciativa del proyecto GEF/PNUD *“Tercera Comunicación Nacional y Primer Reporte Bienal a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático”*, en la cual han participado reconocidos investigadores y especialistas. Es contribución al entendimiento de diferentes aspectos del cambio climático que en su mayoría son muy complejos.

**Dr. Eduardo O. Planos Gutiérrez**  
Director Proyecto 3CN+1BUR







●●●●●●●● **Introducción**



# Introducción

---

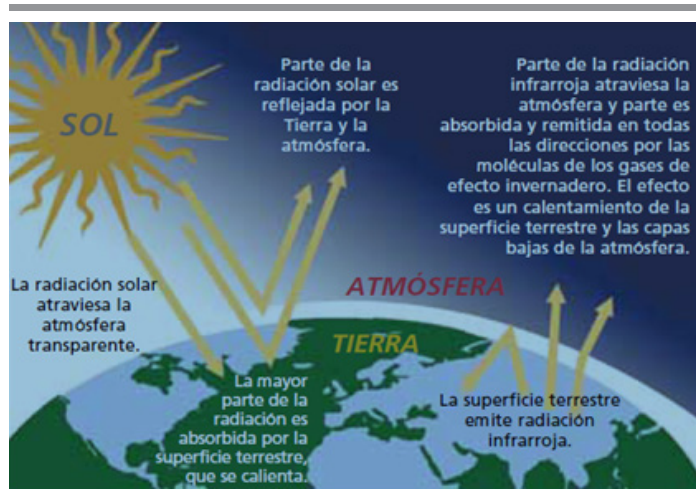
## EL CAMBIO CLIMÁTICO

En la actualidad, las actividades humanas alteran el clima del mundo. Se incrementa la concentración atmosférica de gases que atrapan la energía, lo que refuerza el "efecto invernadero" natural que hace habitable la Tierra (OMS, PNUMA, OMM, 2003). Estos gases son conocidos como de efecto invernadero (GEI). Este incremento de gases que capturan el calor, ha aumentado desde la Revolución Industrial, donde se multiplican las actividades antrópicas vinculadas con la quema de combustibles fósiles, procesos industriales, generación de residuos urbanos, aumento de la deforestación y prácticas agrícolas intensivas (MAyDS, 2017).

En su Tercer informe de evaluación (2001), el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) declaró: *"Hay nuevas y contundentes pruebas científicas de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos cincuenta años es atribuible a las actividades humanas"*. Es precisamente ese acelerado incremento de las actividades humanas, lo que transforma el clima planetario y modifica su equilibrio de intercambio de energía.

### El efecto invernadero

El efecto invernadero es un proceso natural por el cual los gases presentes en la atmósfera absorben la radiación que la Tierra emite al espacio. Esta emisión es resultado del calentamiento de su superficie por la incidencia de la radiación solar (Figura 1). La temperatura promedio del planeta se encuentra entre los 13.6°C y los 14.4°C (Jones y Harpham, 2013; Useros, 2013 y Ginés, 2013), si no existiera la atmósfera terrestre y los gases de efecto invernadero, la temperatura media de la Tierra sería de alrededor de 33°C menos, o sea entre -17°C y -18°C (Goose et al, 2008; ACS, 2012).



**Figura 1. Proceso del efecto invernadero (Tomado de OMS, PNUMA y OMM, 2003)**

### Los gases de efecto invernadero

Los GEI son aquellos que tienen la propiedad de absorber energía en forma de calor. Ellos son: el vapor de agua, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), los clorofluorocarbonos (CFC), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ).

El vapor de agua presente en la atmósfera realiza una contribución importante al efecto invernadero, pero no se contempla debido a que su concentración no varía como consecuencia de las actividades antrópicas. En la tabla 1 se muestran algunas propiedades de estos gases.

| <b>GEI</b>                                     | <b>Fuente emisora</b>   | <b>Persistencia de moléculas en la atmósfera (años)</b> | <b>PCG Horizonte de tiempo a 100 años</b> |
|--|---|---|---|
| <b>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)</b>     | Quema de combustibles fósiles, cambios en el uso de la tierra, producción de cemento. | Variable  | 1   |
| <b>Metano (CH<sub>4</sub>)</b>                 | Quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, manejo de residuos             | 12±3  | 21  |
| <b>Óxido nítrico (N<sub>2</sub>O)</b>          | Quema de combustibles fósiles, agricultura, cambios en el uso de la tierra            | 120   | 310                                       |
| <b>Clorofluorocarbonos (CFC)</b>               | Refrigerantes, aerosoles, espumas plásticas   | 2600-50000  | 6500-9200                                 |
| <b>Hidrofluorocarbonos (HFC)</b>               | Refrigerantes líquidos  | 1,5-264   | 140-11700                                 |
| <b>Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>)</b> | Aislantes térmicos  | 3200  | 23900                                     |

**Tabla 1. Propiedades de los gases de efecto invernadero**

PCG: Potencial de Calentamiento Global

Fuente: Second Assessment Report, IPCC, 1995

## **El potencial de calentamiento global**

El potencial de calentamiento global (PCG) es una medida de la capacidad que tienen diferentes GEI para retener el calor en la atmósfera, ya que no todos los gases absorben la radiación infrarroja de la misma manera, ni todos tienen igual tiempo de vida en la atmósfera. El gas utilizado como referencia para medir otros GEI es el CO<sub>2</sub> y su potencial de calentamiento global es igual a 1. Cuanto más alto sea el PCG que produce un gas, mayor será su capacidad de retención del calor en la atmósfera.

## **MARCO INTERNACIONAL**

### **La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, se presentó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La firma de la Convención por la mayoría de los países del planeta, constituyó un importante paso de avance y permitió contar con elemento para contabilizar periódicamente los niveles de emisiones de GEI, y promover la adopción de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994.

A partir de su aprobación, y desde 1995, la CMNUCC ha celebrado anualmente (con excepción del año 1996) reuniones con sus países miembros, estas se conocen como conferencias de las Partes. En dichos congresos se tratan temas medulares sobre el cambio climático, se provee información de interés y metodologías para la disminución de las emisiones de GEI a nivel global.

Una de las conferencias más importantes de la CMNUCC fue la efectuada en Kyoto, Japón en 1997. En ella se aprobó la ampliación de los compromisos para la disminución de las emisiones, tales compromisos se aprobaron en un documento conocido como el Protocolo de Kyoto. Este protocolo sólo podía entrar en vigor cuando fuera ratificado al menos por 55 Partes en la

Convención, entre ellas un número de países industrializados, cuyas emisiones, en conjunto, representarían al menos el 55% de las emisiones globales de dióxido de carbono. El Protocolo de Kyoto entró en vigor el 16 de febrero de 2005 (CMNUCC, 2007).

### **El Acuerdo de París y la Contribución Nacionalmente Determinada**

Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) son documentos públicos que incluyen las acciones que los Estados partes de la CMNUCC, comprometen internacionalmente para intensificar sus esfuerzos en el enfrentamiento del cambio climático, entre ellos, para la reducción de las emisiones de GEI (medidas de mitigación<sup>2</sup>). Las NDC identifican los objetivos climáticos nacionales voluntarios, que serán implementados posterior al año 2020; estas contribuciones son actualizadas cada 5 años, presentando cada vez medidas más ambiciosas.

El Acuerdo de París<sup>3</sup> establece un marco global para evitar un cambio climático peligroso manteniendo el calentamiento global muy por debajo de los 2°C y prosiguiendo los esfuerzos para limitarlo a 1,5°. En su artículo 4, el acuerdo plantea que:

**“cada Parte deberá preparar, comunicar y mantener las sucesivas contribuciones determinadas a nivel nacional que tenga previsto efectuar. Las Partes procurarán adoptar medidas de mitigación internas con el fin de alcanzar los objetivos de esas contribuciones”**

Acuerdo de París en Carrera y Landa, 2019

Cuba presentó a la CMNUCC su NDC en noviembre del 2015 y al ratificar el Acuerdo de París sobre Cambio Climático en enero de 2017, el país se incorporó de manera formal a este Acuerdo. Con ello se asume la obligación de preparar, comunicar y ac-

<sup>2</sup> En la terminología técnica del cambio climático “mitigación” se refiere exclusivamente a la reducción de emisiones de GEI.

<sup>3</sup> Disponible en: [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)

tualizar con objetivos crecientes y ambiciosos sus contribuciones cada cinco años. Como parte del esfuerzo de Cuba, en abril del mismo año, se aprueba el Plan de Estado de Enfrentamiento al Cambio Climático, conocido también como Tarea Vida, que tiene como principal objetivo proteger la vida humana y su calidad, en condiciones de un clima cambiante; para ello involucra a todos los sectores de la economía y la sociedad y se aplica a nivel nacional y local para el logro de un desarrollo resiliente y más bajo en emisiones.







**Inventarios  
Nacionales  
de GEI**



# Inventarios Nacionales de GEI

---

Los Inventarios Nacionales de GEI (INGEI) consisten en un listado numérico exhaustivo de la contabilización de cada uno de los GEI antropógenos liberados o absorbidos desde la atmósfera en área y período específico, que generalmente corresponde a un año calendario.

Para la estimación de las emisiones de GEI, el IPCC proporciona a todos los países evaluaciones integrales acerca de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. En el año 1996 estas evaluaciones se compilaron en un documento conocido como Directrices Metodológicas para la Elaboración de Inventarios Nacionales de GEI, también denominadas como Directrices del IPCC de 1996. Posteriormente, el IPCC publicó las Directrices 2006, que incluyen fuentes y nuevos gases, así como una actualización y refinamiento de los métodos publicados con anterioridad, en la medida en que el conocimiento científico y técnico ha mejorado desde la publicación de las primeras directrices.

La estimación de las emisiones se realiza a partir de la siguiente ecuación base, que puede complejizarse en dependencia de la categoría del sector y el acceso a los datos que se tengan en cada país:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de actividad (DA)} * \text{Factor de emisión (FE)}$$

## **SERIE ANUAL Y TEMPORAL DEL INGEI**

Los inventarios nacionales se realizan para un año calendario en el cual se generan las emisiones. Según las Directrices del IPCC, se tomó el 1990 como año base a partir del cual se contabilizan las emisiones. Esto quiere decir, que los países deben determinar sus emisiones a partir de ese año en adelante. La estimación de las emisiones de los años sucesivos genera una serie temporal, que debe ser consistente en el tiempo y en concordancia con la realidad del país. Para el caso de Cuba se cuenta con una serie temporal de 27 años desde 1990 al 2016, último año para el cual se han realizado las estimaciones.

Al reportar el año 2016 en 2020, el país cumple con las disposiciones de la CMNUCC, que establece, para los países en desarrollo, la presentación de sus inventarios de emisiones con no más de 4 años de retardo con respecto al año en que se reportan. No obstante, en la Conferencia de las Partes 24, celebrada en Katowice, Polonia, a finales de 2018, se alienta a los países a presentar sus inventarios de emisiones con un período de retardo no mayor a 2 años a partir de 2020, para el caso de los países en desarrollo, existe una flexibilidad de 3 años en dependencia de sus circunstancias nacionales (CMNUCC, 2018). Cuba tiene planificado presentar INGEI de 2018 en el año 2021.

## **REPORTE DEL INVENTARIO NACIONAL DE GEI**

En un informe de INGEI se reporta un conjunto de tablas estandarizadas elaboradas por la CMNUCC que incluyen todos los gases, las categorías de fuente o sumideros y los años pertinentes. A su vez, se acompaña de una explicación por escrito con la documentación de las metodologías, los datos y los parámetros de emisión utilizados para elaborar las estimaciones.

Las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI se dividen en cuatro sectores principales (Figura 3), veinte categorías, ochenta subcategorías y ciento ochenta y dos componentes que incluyen grupos de procesos, fuentes y sumideros relacionados, para facilitar el trabajo y su identificación el IPCC utiliza una nomenclatura con códigos específicos.



**Figura 3. Sectores que se analizan en el INGEI.**

Fuente: Elaboración propia

## DATOS DE ACTIVIDAD Y FACTORES DE EMISIÓN

Son aquellos datos de consumo o producción que generan emisiones y absorciones de GEI en un período de tiempo determinado en los cuatro sectores anteriormente presentados. Por ejemplo, para el caso de las emisiones de GEI derivadas de la generación eléctrica del sector Energía, el dato de actividad sería el consumo de combustibles utilizados en la generación eléctrica, para el caso de las emisiones en la producción de cal, el dato de actividad sería la cantidad de cal producida, para el caso de las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del ganado, el dato de actividad sería la cantidad de ganado y tipos de ganado, para el caso de las emisiones de CH<sub>4</sub> por la generación de desechos sólidos los datos de actividad serían la cantidad de población y la generación de desechos per cápita.

Los factores de emisión representan las emisiones de GEI por unidad de actividad, o sea, la cantidad de GEI emitidos por consumo o producción de combustibles y materiales o por la generación de desechos. Son el resultado de una muestra de datos medidos y calculados para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a procesos bajo un conjunto de condiciones de funcionamiento (IPCC, 2006).

### **NIVELES METODOLÓGICOS**

Las Directrices del IPCC de 2006 establecen una metodología para la estimación de las emisiones. Se contemplan tres niveles según la disponibilidad de parámetros y datos con que cuentan los equipos de INGEI de los diferentes países. A medida que eleva el nivel, se hace más complejo el proceso de estimación y aumenta la certidumbre de las mismas. En la Figura 4 se muestran los niveles propuestos por las Directrices.

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Nivel 01</b> | <p><b>Método básico más simple</b> (método por defecto). Ecuación simple en las que se utilizan datos de actividad y parámetros de emisión (ambos proporcionados por defecto o específicos del país)</p>   |
| <b>Nivel 02</b> | <p><b>Método intermedio</b>, por ejemplo, modelos con parámetros de emisión por defectos o calculados para el país.</p>  |
| <b>Nivel 03</b> | <p><b>Mayor complejidad de aplicación y mayor demanda en requerimientos de datos</b>, por ejemplo, mediciones de emisiones o modelos con parámetros de emisión determinados por mediciones en el país.</p> |

**Figura 4. Niveles metodológicos para la estimación de las emisiones de GEI según las Directrices del IPCC de 2006.**

Fuente: Elaboración propia

## CATEGORÍAS CLAVES EN LOS INGEI

Son aquellas categorías de fuente o sumidero que tienen gran representatividad dentro del INGEI. Si una de ellas varía o registra cambios, en sus montos totales o en sus niveles de incertidumbre, los mismos pueden reflejarse en la tendencia general del INGEI. Según las Directrices del IPCC de 2006, aquellas categorías que acumulen un total del 95% de las emisiones serán consideradas como categorías claves (ver tabla 2 en la página siguiente).

## CALIDAD DEL INVENTARIO. CARACTERÍSTICAS QUE LO DISTINGUEN

Como se declaró con anterioridad, el INGEI es una estimación tabular y gráfica de las emisiones y absorciones de GEI. Para reportarlos de la mejor manera posible es necesario tener en cuenta algunos aspectos que le proveen una mayor certeza, calidad y rigor. A continuación, en la figura 5, se hace un breve análisis de estos aspectos.



Figura 5. Principios de elaboración de los INGEI

**Tabla 2. Categorías claves del INGEI de Cuba en 2016.**

Fuente: Equipo Técnico de INGEI

| <b>Código del IPCC</b> | <b>Categorías del IPCC</b>   | <b>GEI</b>       |
|------------------------|--|------------------|
| 3.B.1.a                | Tierras forestales que permanecen como tal                                       | CO <sub>2</sub>  |
| 1.A.1.a.i              | Generación de electricidad   | CO <sub>2</sub>  |
| 1.A.1.b                | Refinación de petróleo   | CO <sub>2</sub>  |
| 1.B.2.a                | Petróleo   | CH <sub>4</sub>  |
| 3.C.4                  | Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados                     | N <sub>2</sub> O |
| 1.A.2.m                | Industrias "No especificadas"  | CO <sub>2</sub>  |
| 3.A.1.a.ii             | Fermentación entérica "Otros vacunos"  | CH <sub>4</sub>  |
| 4.A.3                  | Sitios no categorizados de disposición de desechos                               | CH <sub>4</sub>  |
| 1.A.2.i                | Minería (con excepción de combustibles) y cantería                               | CO <sub>2</sub>  |
| 1.A.3.b                | Transporte terrestre   | CO <sub>2</sub>  |
| 4.D.1                  | Tratamiento y descargas de aguas residuales domésticas                           | CH <sub>4</sub>  |
| 3.C.6                  | Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión del estiércol | N <sub>2</sub> O |
| 1.A.4.a                | Otros sectores "Comercial / Institucional"                                       | CO <sub>2</sub>  |
| 1.A.4.b                | Otros sectores "Residencial"   | CO <sub>2</sub>  |
| 1.A.2.k                | Otros sectores "Construcción"  | CO <sub>2</sub>  |
| 3.C.5                  | Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados                   | N <sub>2</sub> O |
| 2.A.1                  | Producción de cemento  | CO <sub>2</sub>  |
| 1.A.2.e                | Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (Industria Azucarera)               | CO <sub>2</sub>  |
| 3.A.2.a.ii             | Gestión del estiércol Otros vacunos  | CH <sub>4</sub>  |
| 3.A.1.a.i              | Fermentación entérica "Vacas lecheras"   | CH <sub>4</sub>  |

| <b>Emisiones año 2016 (kt CO<sub>2</sub> eq)</b> | <b>Emisiones año 2016 (valores modulares) (kt CO<sub>2</sub> eq)</b> | <b>Evaluación de nivel %</b> | <b>Total acumulativo</b> |
|--|--|------------------------------|--------------------------|
| -27147.20  | 27147.20   | 35.09                        | 35.09                    |
| 15352.50   | 15352.50   | 19.85                        | 54.94                    |
| 5966.49  | 5966.49  | 7.71                         | 62.65                    |
| 3938.72  | 3938.72  | 5.09                         | 67.74                    |
| 2814.81  | 2814.81  | 3.64                         | 71.38                    |
| 2614.94  | 2614.94  | 3.38                         | 74.76                    |
| 2493.75  | 2493.75  | 3.22                         | 77.98                    |
| 2444.40  | 2444.40  | 3.16                         | 81.14                    |
| 1798.37  | 1798.37  | 2.32                         | 83.47                    |
| 1371.75  | 1371.75  | 1.77                         | 85.24                    |
| 1215.78  | 1215.78  | 1.57                         | 86.81                    |
| 1205.90  | 1205.90  | 1.56                         | 88.37                    |
| 914.75   | 914.75   | 1.18                         | 89.55                    |
| 751.82   | 751.82   | 0.97                         | 90.53                    |
| 705.84   | 705.84   | 0.91                         | 91.44                    |
| 698.33   | 698.33   | 0.90                         | 92.34                    |
| 672.00   | 672.00   | 0,87                         | 93.21                    |
| 633.69   | 633.69   | 0,82                         | 94.03                    |
| 454.85   | 454.85   | 0,59                         | 94.62                    |
| 444.36   | 444.36   | 0,57                         | 95.19                    |

**Inventario nacional de gases de efecto invernadero**



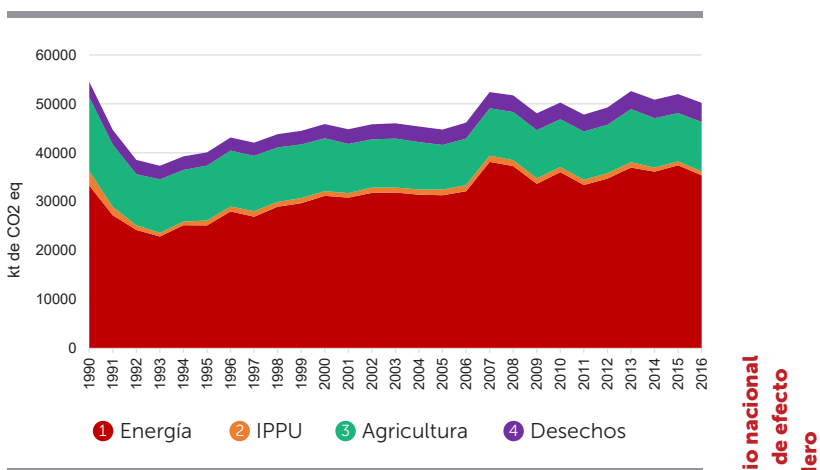


**●●●●●●●●** **Inventario de  
2016. Emisiones  
por actividades**



# Inventario de 2016. Emisiones por actividades

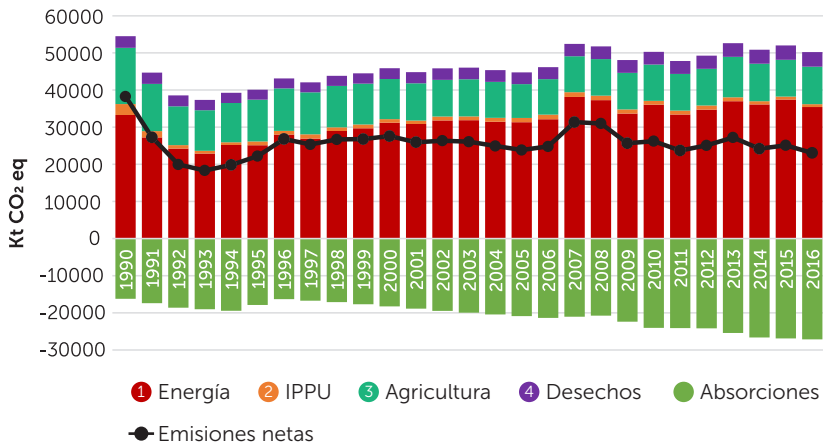
Las emisiones totales brutas en 2016 se contabilizaron en 50,213.7 kt CO<sub>2</sub> eq (figura 6). Las absorciones de CO<sub>2</sub> fueron de 27,147.2 kt CO<sub>2</sub> eq, dando como resultado unas 23,066.5 kt CO<sub>2</sub> eq. de emisiones netas (figura 7), disminuyendo en un 39.7% desde 1990 y en 4.7% desde 2014.



**Figura 6. Emisiones brutas de GEI por sectores. Serie histórica anual 1990-2016.**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

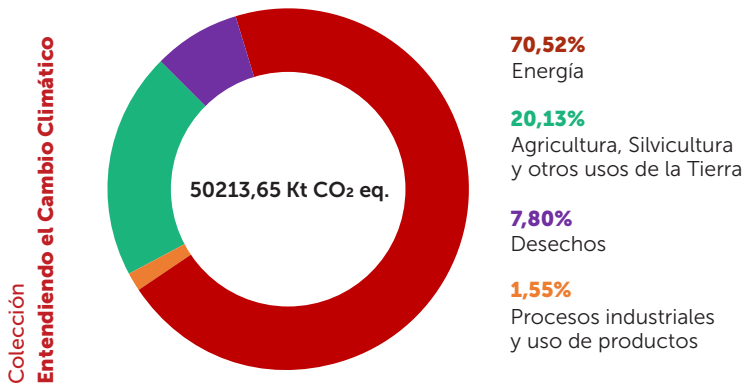
Inventario nacional de gases de efecto invernadero



**Figura 7. Balance de emisiones y absorciones de GEI en kt de CO<sub>2</sub> eq. por sectores, para el período 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

Analizando la participación porcentual por sectores (figura 8) Energía es el que mayores emisiones genera con el 70.52%, seguido de Agricultura, Silvicultura y Cambios de Uso de la Tierra con el 20.13%, el sector Desechos aporta el 7.80% y el sector IPPU solamente el 1.55%.



**Figura 8. Participación porcentual por sectores en las emisiones de GEI, año 2016.**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

## DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES POR SECTORES

### Sector Energía

Este sector incluye todas las emisiones de GEI procedentes de la quema y la fuga de combustibles. Las emisiones generadas en los usos no energéticos de los combustibles, no se reportan en este sector, sino que se declaran dentro de procesos industriales y uso de productos.

El sector Energía es el de mayores emisiones de GEI en el país representando el 70.52% de las emisiones totales agregadas. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 35,411.9 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 6.4% desde 1990 y disminuyendo en un 2% desde el 2014. Este incremento se debe, fundamentalmente, al aumento del consumo energético, incluyendo el uso de diésel y de gas natural para la generación eléctrica, así como la utilización de combustibles líquidos para transporte terrestre, mayormente diésel y gasolina. La disminución con respecto al 2014 fue consecuencia de los bajos niveles de refinación de petróleo en el año 2016, donde se refinó un 18.5% menos de combustibles con respecto al 2014. A continuación, en la figura 9 se muestra el comportamiento en las subcategorías del sector para años seleccionados.

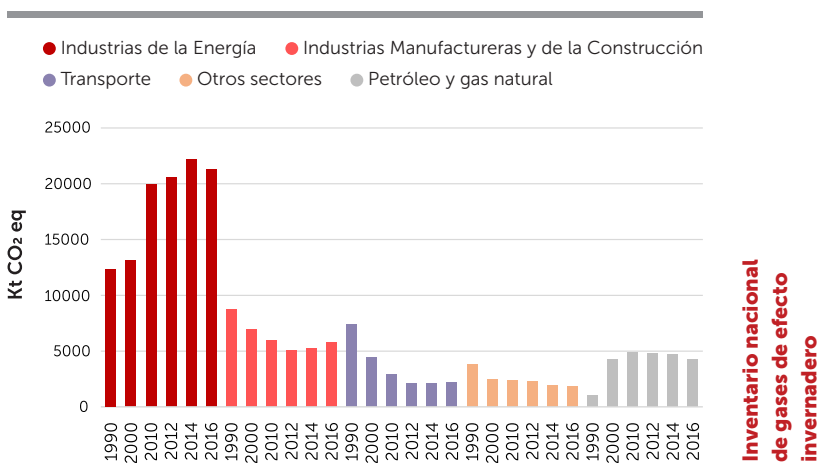


Figura 9. Emisiones de GEI por subcategorías del sector Energía para años seleccionados para la serie 1990-2016.

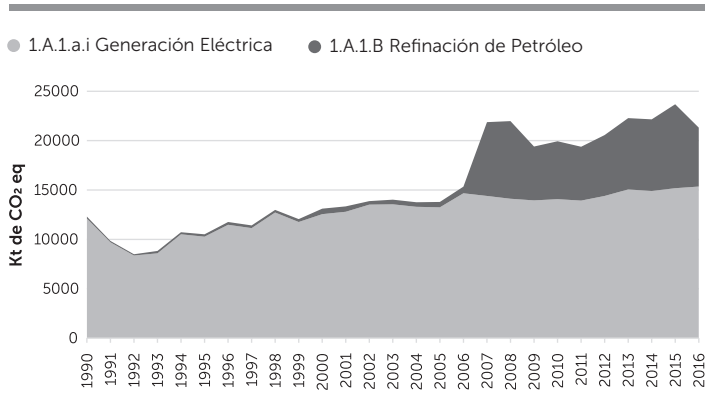
Fuente: Elaboración propia

## 1.A. Actividades de la quema de combustibles

Según las Directrices del IPCC de 2006 “son las emisiones de la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para calentar y proporcionar calor como calor o como trabajo mecánico a un proceso o bien para aplicaciones fuera del aparato”. A partir de este acápite y cada vez que se analicen categorías, subcategorías y componentes de fuente de un sector, se utilizará la nomenclatura de códigos<sup>4</sup> del IPCC.

• **1.A.1. Industrias de la Energía:** Incluye las emisiones de los combustibles quemados por la extracción de combustibles o por las industrias de producción energética.

La figura 10 muestra las componentes Refinación del petróleo y Producción de electricidad y calor como actividad principal, denominado en el gráfico Generación eléctrica. Las componentes Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas, también pertenecientes a esta subcategoría, no ocurren en el país.

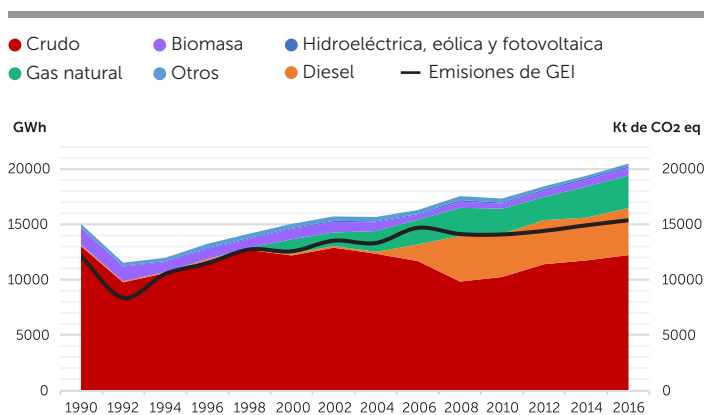


**Figura 10. Sector Energía. Emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componentes de la subcategoría Industrias de la Energía para la serie 1990-2016.**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI.

<sup>4</sup> Los números y letras delante de las categorías, subcategorías y componentes de los sectores no indican numeración de acápite, sino que se corresponden con la nomenclatura de códigos del IPCC.

La figura 11 muestra la generación eléctrica en país por tipo combustible y tecnología. En el país la generación térmica es la principal tecnología de generación y el principal combustible utilizado es el crudo, seguido del diésel y el gas natural que, a partir de 2006, comenzaron a utilizarse en mayor proporción. Las emisiones muestran un ascenso debido al aporte de la refinación de petróleo entre los años 2006 y 2008 por la entrada en funcionamiento de la refinería de Cienfuegos, gracias a un proyecto de colaboración entre Cuba y Venezuela.

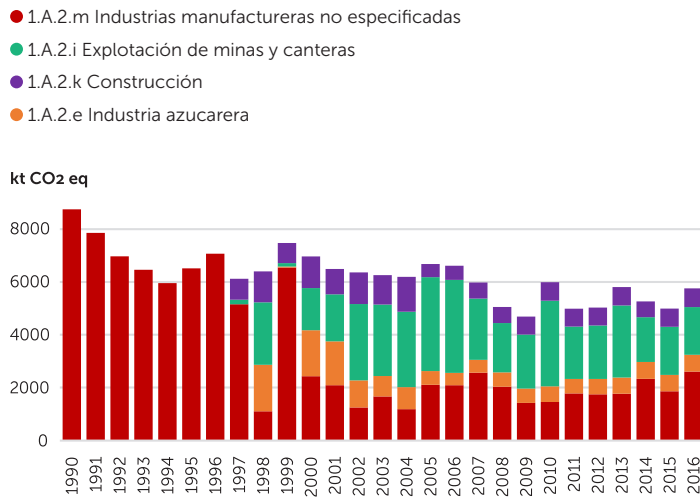


**Figura 11. Producción de electricidad y calor como actividad principal. Generación eléctrica por tipo de combustible y emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), años pares para la serie 1990-2016.**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI.

• **1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción:** Emisiones de GEI por la quema de combustibles en las calderas, hornos y procesos energéticos de las diferentes industrias del país. Asimismo, incluye la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias. Las emisiones del sector de la industria deben especificarse por subcategorías que se corresponden con las de la Clasificación Industrial Internacional Estándar (ISIC, del inglés, *International Standard Industrial Classification*).

Cuba informa las emisiones de las siguientes industrias (principales): Minería y cantería, construcción, industria azucarera y otras industrias no especificadas (Figura 12). Los datos de consumo de combustibles en las industrias solo pudieron desagregarse según tipo de industrias a partir del año 1997. Por tal motivo de 1990 a 1996 se reportan las emisiones de manera agregada en la categoría. En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 5752.85 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 16.25% de las emisiones de GEI del sector Energía), disminuyendo en un 34.13% desde 1990, sin embargo, han aumentado en un 15.28% desde 2014.



**Figura 12. Industrias Manufactureras y de la construcción. Emisiones de GEI en kt de CO<sub>2</sub> eq por componentes para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

Las principales variaciones, sobre todo la disminución con respecto al año 1990, se debieron a los problemas ocurridos en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), a inicios de los años 90. La industria azucarera fue de las que más se deprimió, y por tanto las emisiones generadas por este rubro fueron menores, sobre todo a partir del año 2000. La explotación de

minas y canteras mantuvo un comportamiento estable a lo largo de toda la serie. Las industrias manufactureras no especificadas si tuvieron variaciones palpables, debido, esencialmente, a que la industria cubana es dependiente de las importaciones de materias primas, que todos los años no se comportan de manera regular a nivel internacional. La construcción no experimentó cambios significativos a lo largo del período analizado.

- **1.A.3. Transporte:** Incluye las emisiones de la quema y la evaporación de combustible para todas las actividades de transporte (se excluye el transporte militar), independientemente del sector, especificado por las categorías que se presentan a continuación. Se excluyen las emisiones de combustible vendido a cualquier aeronave o nave marítima dedicada al transporte internacional.

- **1.A.3.a. Aviación civil:** Emisiones de la aviación civil internacional y de cabotaje, incluidos despegues y aterrizajes. Abarca el uso civil comercial de aviones, incluido: tráfico regular y chárter para pasajeros y carga, taxis aéreos y aviación general. La división entre vuelos internacionales/de cabotaje debe determinarse sobre la base de los lugares de salida y de llegada de cada etapa de vuelo y no por la nacionalidad de la línea aérea. Queda excluido el uso de combustible para transporte terrestre en los aeropuertos, que se declara en 1.A.3.e (Otros transportes).

- **1.A.3.b. Transporte terrestre:** Todas las emisiones de la quema y la evaporación que emanan del uso de combustibles (principalmente gasolina y diésel) en vehículos terrestres.

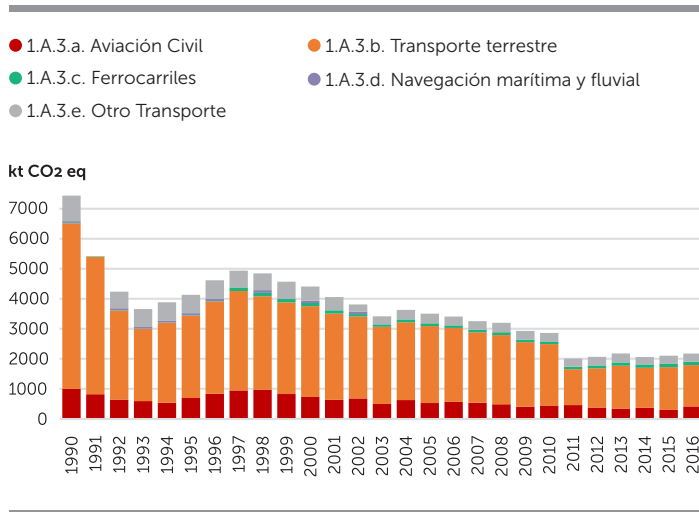
- **1.A.3.c. Ferrocarril:** Emisiones del transporte por ferrocarriles, tanto en rutas de tráfico de carga como de pasajeros.

- **1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial:** Emisiones de combustibles usados para impulsar naves marítimas y fluviales que incluye aerodeslizadores y aliscafos, pero excluyen naves pesqueras. La división entre rutas internacionales/ nacionales debe determinarse sobre la base de los puertos de salida y de llegada y no por la bandera o nacionalidad del barco.



• **1.A.3.e. Otro tipo de transporte:** Las emisiones por la quema de las demás actividades de transporte, incluidos el transporte por tuberías, las actividades terrestres en aeropuertos y puertos y las actividades en rutas no pavimentadas, no declaradas en otras categorías.

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 2180.57 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 70.62% desde 1990 y aumentando en un 3.39% con respecto al 2014 (figura 13). La principal causante del decrecimiento de las emisiones por el sector automotor nacional desde 1990 ha sido la ruptura de las relaciones comerciales y económicas del país con el campo socialista a inicios de la de década de los noventa. Aunque el país ha dado, y, se encuentra dando pasos importantes en materia de transporte e infraestructura móvil, aún las emisiones actuales representan menos del 50% de las registradas en el año base 1990.



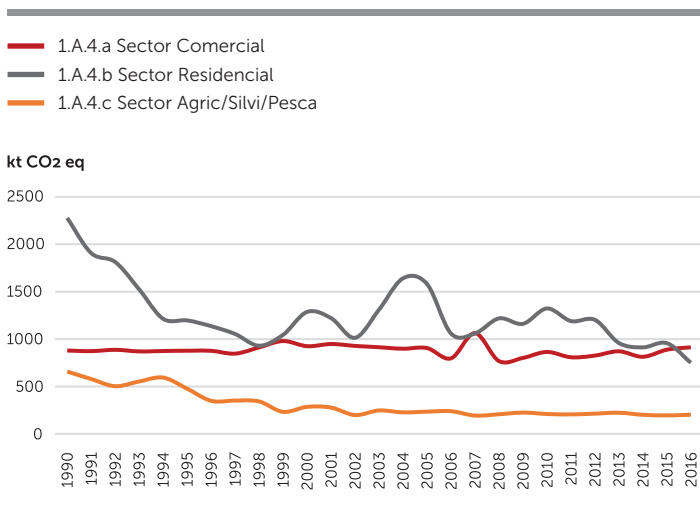
**Figura 13. Transporte. Emisiones de GEI en kt de CO<sub>2</sub> eq para la serie 1990-2016.**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

- **1.A.4. Consumo de combustibles en otros sectores:** Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en edificios comerciales e institucionales, en los hogares y en actividades relacionadas con la agricultura, la silvicultura, la pesca y la industria pesquera.

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 1872.31 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 5.29% de las emisiones de GEI del sector Energía), disminuyendo en un 50.89% con respecto a 1990 y en un 8.48% desde 2014 (figura 14).

Este sector también se ha visto golpeado por la extinción de la URSS. Se observa un descenso marcado en las emisiones de los años finales del periodo analizado, atribuido a la disminución en los consumos de queroseno para cocinar en la componente Residencial, ya que se han hecho inversiones a partir del 2012 para favorecer el uso de equipos electrodomésticos y el uso del gas licuado para la cocina.



**Figura 14. Otros sectores. Emisiones de GEI en kt de CO<sub>2</sub> eq por componentes para la serie 1990-2016.**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

## 1.B. Emisiones fugitivas

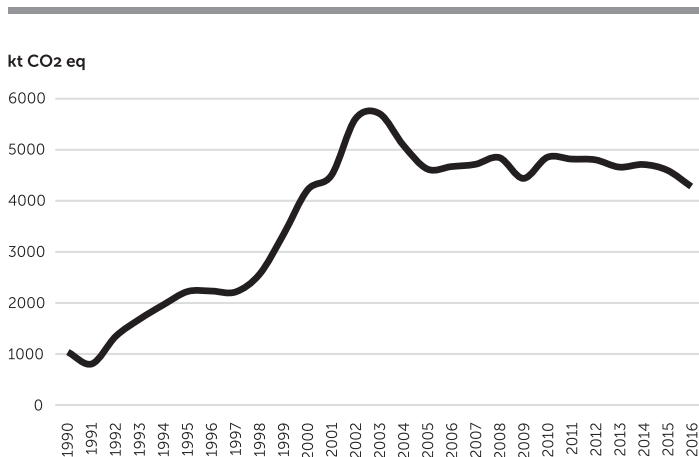
Incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final. Se desagrega en tres componentes:

- **1.B.1. Combustibles sólidos:** Incluye todas las emisiones que emanan de la minería de carbón, pos-minería, las minas abandonadas y la quema de fugas de CH<sub>4</sub>. En el país se reporta como No Ocurre (NO).
- **1.B.2. Petróleo y Gas Natural:** Abarca todas las emisiones por venteo, quema en antorcha y otras fuentes fugitivas vinculadas a la exploración, producción, transmisión, concentración y refinación de petróleo crudo y la distribución de productos de petróleo crudo y gas natural.
- **1.B.3. Otras emisiones procedentes de la producción de energía:** Emisiones procedentes de la producción de energía geotérmica y de otra producción de energía no incluidas en 1.B.1 ni en 1.B.2.

De estas tres componentes solamente se estimaron las emisiones para la 1.B.2. Petróleo y Gas Natural. En 2016, las emisiones de GEI de las emisiones fugitivas por extracción, procesamiento, almacenamiento y la distribución de petróleo y gas natural contabilizaron 4287.21 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 12.11% de las emisiones de GEI del sector Energía), aumentando en un 319.76% con respecto a 1990 y disminuyendo en un 8.48% desde 2014 (figura 15).

A inicios de la década del 1990 Cuba dependía mayormente del petróleo importado desde la extinta Unión Soviética, por lo que las actividades de prospección y extracción de combustibles fósiles no estaban bien desarrolladas en el país, y por ende sus emisiones eran despreciables. Hacia finales de la década y, con la desaparición del campo socialista, el país comenzó a explotar con mayor énfasis el petróleo crudo y el gas natural en reservas nacionales.

Producto de la inversión extranjera y conformación de empresas mixtas en el sector energético, la producción de petróleo crudo nacional, y la extracción de gas natural se han visto beneficiadas con respecto al año base, y con ello, las emisiones fugitivas asociadas a estos procesos.

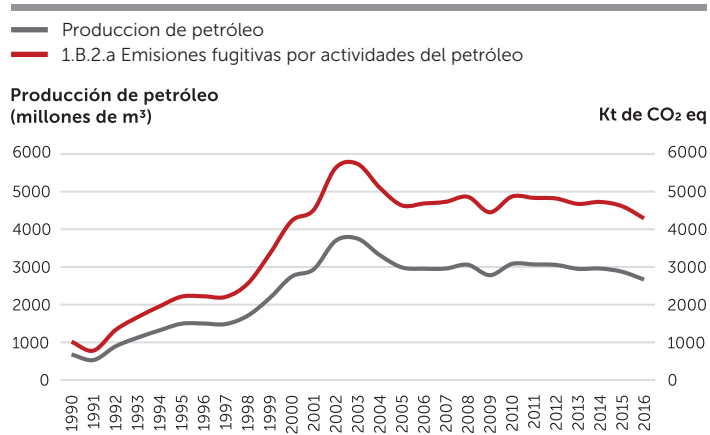


**Figura 15. Emisiones fugitivas. Emisiones de GEI en kt de CO<sub>2</sub> eq para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

### 1.B.2.a. Petróleo

Las emisiones fugitivas generadas por la actividad del petróleo fueron de 3938.72 kt de CO<sub>2</sub> eq representando el 91.87% dentro de la subcategoría. En este caso las emisiones son directamente proporcionales de la cantidad de petróleo crudo producido en el país (figura 16).

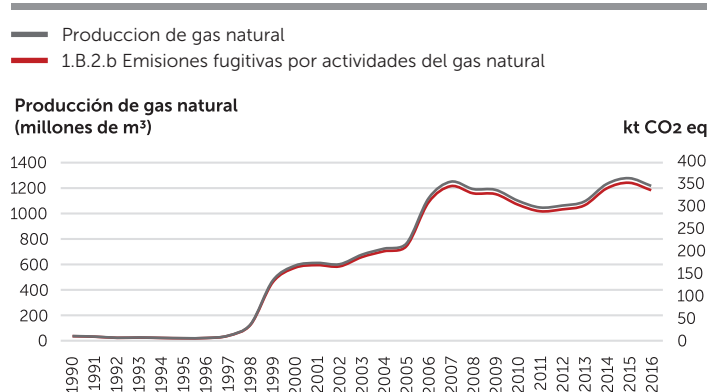


**Figura 16. Emisiones fugitivas por extracción de petróleo. Emisiones de GEI en kt de CO<sub>2</sub> eq para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

### 1.B.2.b. Gas natural

Las emisiones fugitivas generadas por la actividad del gas natural fueron de 348.49 kt de CO<sub>2</sub> eq representando el 8.13% dentro de la subcategoría. En este caso las emisiones son directamente proporcionales de la cantidad de gas natural producido en el país (figura 17).



**Figura 17. Emisiones fugitivas por extracción de gas natural. Emisiones de GEI en kt de CO<sub>2</sub> eq para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

## Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

### 2.A. Industria de los minerales

Se incluyen las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas, en la producción y el uso de variedad de productos minerales industriales. Estos carbonatos son minerales que tienen parte de material útil unido a carbono y oxígeno y al calcinarlos se libera una corriente de CO<sub>2</sub>. Las principales categorías contempladas son:

- **2.A.1. Producción de cemento:** En la fabricación del cemento, el CO<sub>2</sub> se genera durante la producción de Clinker. El proceso se basa en calcinar la piedra caliza, compuesta esencialmente de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>).
- **2.A.2 Producción de cal:** El óxido de calcio (CaO o cal viva) se forma al calentar la piedra caliza para descomponer los carbonatos y durante este proceso se libera CO<sub>2</sub>.
- **2.A.4 Otros usos de carbonatos en los procesos:** Se contemplan las emisiones debidas al uso de piedra caliza y dolomita.

### 2.B. Industria Química

Se incluyen las emisiones de la producción de varios productos químicos inorgánicos y orgánicos para los cuales se liberan corrientes de GEI. Las principales categorías estimadas son:

- **2.B.1. Producción de amoníaco:** El amoníaco (NH<sub>3</sub>) es uno de los principales productos químicos industriales y el material nitrogenado más importante que se produce. El principal gas de efecto invernadero emitido durante la producción de NH<sub>3</sub> es CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> usado en la producción de urea, un proceso posterior, debe restarse del generado y contabilizado para los sectores Agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra.
- **2.B.2. Producción de ácido nítrico:** El ácido nítrico se usa principalmente como materia prima en la fabricación de fertili-

zantes basados en nitrógeno. El principal GEI emitido durante la producción de  $\text{HNO}_3$  es el  $\text{N}_2\text{O}$ .

- **2.B.5. Producción de carburo:** En la producción de carburo se puede obtener como resultado emisiones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{SO}_2$ . El carburo de silicio es un abrasivo artificial significativo. Se produce a partir de arena de sílice o cuarzo y coques de petróleo.
- **2.B.7. Producción de ceniza de sosa:** La ceniza de sosa (carbonato de sodio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) es un sólido cristalino blanco que se usa como materia prima en un gran número de industrias incluida la fabricación de vidrio, jabón y detergentes, producción de pulpa y papel y el tratamiento de aguas. El  $\text{CO}_2$  es emitido durante la producción y el uso de la ceniza de sosa.
- **2.B.8 Producción petroquímica y de negro de humo:** La industria petroquímica utiliza combustibles fósiles (ej., gas natural) o productos de refinería de petróleo como materias primas de sus propios procesos. En la categoría se incluyen las emisiones de GEI y precursores de ozono que se generan a partir de este tipo de procesos de producción.
- **2.B.9 Producción fluoroquímica:** La emisión más significativa es la derivada de la fabricación de HCFC-22 (fluido utilizado para aire acondicionado y refrigeración). En dicho proceso de producción se libera HFC-23.

## 2.C. Industria de los metales

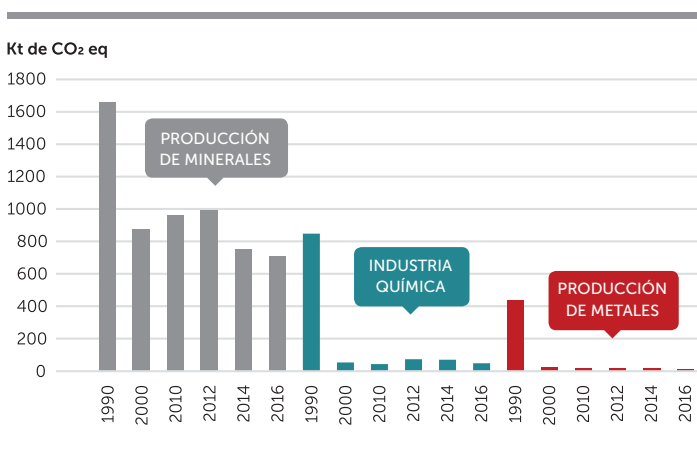
Se incluyen las emisiones correspondientes a la liberación de corrientes de GEI en los procesos de producción de metales a partir del mineral correspondiente. En la mayoría de los casos los minerales contienen metal asociado con otros elementos y para poder obtenerlo deben ser "reducidos". Es precisamente en este proceso, donde se emiten GEI. Las principales categorías incluyen:

- **2.C.1 Producción de hierro y acero:** El  $\text{CO}_2$  es el gas predominante emitido por la producción de hierro y acero. Las fuentes de las emisiones del gas incluyen las de agentes reductores que

contienen carbono, como coques y carbón en polvo y minerales como piedra caliza y dolomita añadida.

En el sector IPPU solo se reportan las emisiones en tres subcategorías, las demás que lo comprenden se han reportado en el INGEI como No Estimada (NE) o como No Ocurre (NO) la actividad en el país (figura 18). Estas subcategorías son:

- Industria de los minerales (producción de cemento y producción de cal)
- Industria química (solamente producción de ácido nítrico)
- Producción de metales (producción de hierro y acero)

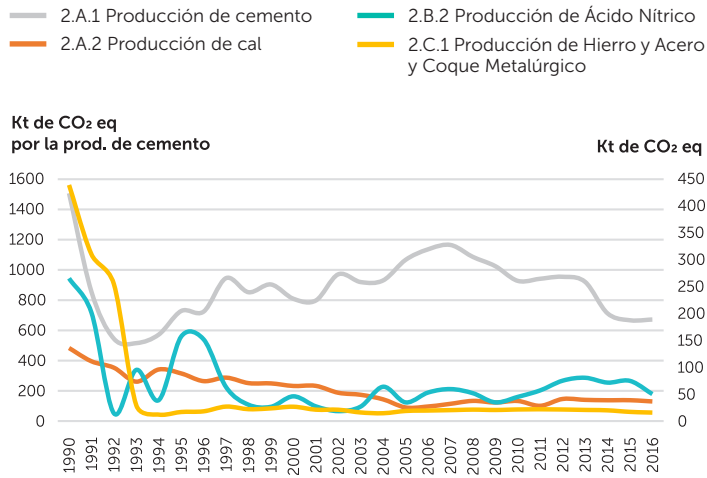


**Figura 18. Emisiones en kt de CO<sub>2</sub> eq por subcategorías, para años seleccionados para la serie 1990-2016**

Fuente: elaboración propia

En el año 2016 el sector IPPU contabilizó 776.32 kt de CO<sub>2</sub> eq emitidas, lo que significó una disminución de 73.63% con respecto a 1990 y de un 2.90% en relación al 2014. En cuanto a las emisiones por subcategorías (figura 19), las generadas por la producción de cemento son las más significativas con 672 kt de CO<sub>2</sub> eq, representando el 86.56% del total de las emisiones del sector. Las sumas de las emisiones del resto de las subcategorías representaron solamente el 13.44% con 104.32 kt de CO<sub>2</sub> eq.





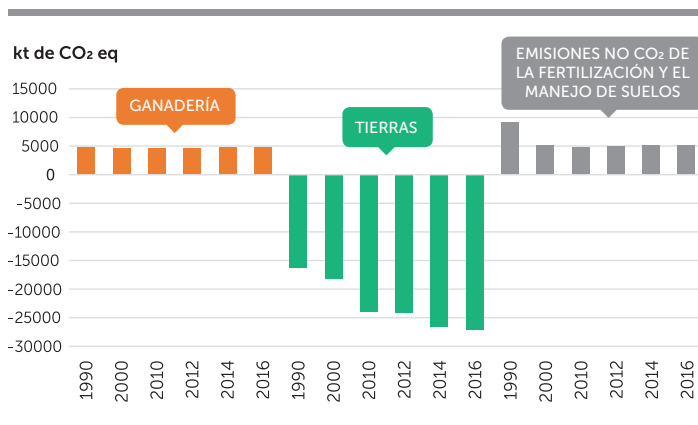
**Figura 19. Emisiones en kt de CO<sub>2</sub> eq por subcategorías del sector IPPU para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GE

### Sector Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros usos de la tierra

En el sector se incluyen las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> en tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras. También incluye las emisiones por la gestión del ganado y el estiércol, las emisiones de los suelos gestionados y las emisiones de las aplicaciones de fertilizantes.

Para proporcionar una mejor comprensión del sector se han dividido las subcategorías según se detallan en las Directrices del IPCC de 2006 y se muestran a continuación.



**Figura 20. Emisiones y absorciones en kt de CO<sub>2</sub> eq por subcategorías del sector Agricultura, Silvicultura y Cambio de usos de la Tierra, para años seleccionados para la serie 1990-2016**

Fuente: elaboración propia

### 3.A. Ganadería

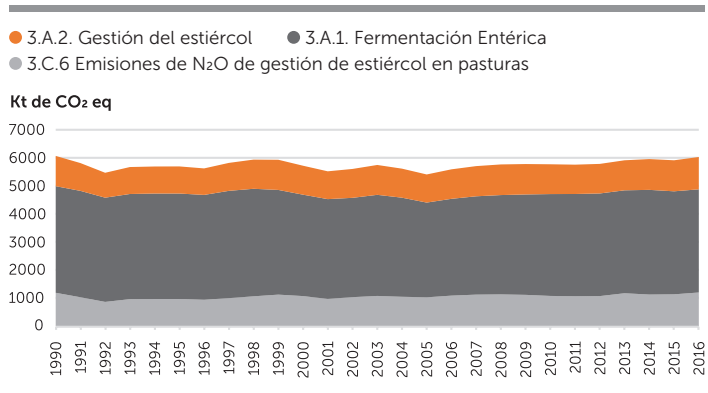
En esta categoría de fuente se incluyen las emisiones de CH<sub>4</sub> por la fermentación entérica del ganado y las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por la gestión de estiércol y las excretas en pasturas.

- 3.A.1. Fermentación entérica:** Se determinan las emisiones del metano que producen los herbívoros como subproducto de la fermentación entérica (proceso digestivo por el cual los micro-organismos descomponen los carbohidratos en moléculas simples para la absorción en el flujo sanguíneo). La cantidad del gas que se libera depende del tipo de tracto digestivo, la edad y el peso del animal, así como de la calidad y la cantidad del alimento consumido. Los rumiantes (p. ej., vacunos, ovinos) son fuentes importantes de metano con cantidades moderadas producidas por no rumiantes (p. ej., porcinos, equinos). La estructura intestinal de los rumiantes favorece una importante fermentación entérica de su dieta.

• **3.A.2. Gestión del estiércol:** La descomposición del estiércol bajo condiciones anaeróbicas (es decir, en ausencia de oxígeno), durante su almacenamiento y tratamiento, produce CH<sub>4</sub>. Estas condiciones ocurren con más frecuencia cuando se gestionan grandes cantidades de animales en una superficie confinada (p. ej., corrales de ganado de carne y granjas de ovinos y de aves de corral) y donde se elimina el estiércol en sistemas basados en líquidos. Los principales factores que inciden en las emisiones de CH<sub>4</sub> son la cantidad de estiércol que se produce y la porción que se descompone anaeróbicamente.

• **3.C.6. Estiércol en pasturas:** El nitrógeno generado por la orina y el estiércol depositado en pasturas, praderas y prados por animales en pastoreo, genera emisiones de N<sub>2</sub>O.

En 2016 las emisiones en la subcategoría Ganadería contabilizaron 6019.85 kt de CO<sub>2</sub> eq siendo 0.63% menores que las de 1990 y un 2.01% superiores a las de 2014 (figura 21). En el análisis por componentes la Fermentación entérica posee las mayores emisiones con 3664.90 kt de CO<sub>2</sub> representando el 60.88% de las emisiones de la subcategoría. El restante 39.12% lo ocupan las componentes Gestión del estiércol en pasturas y Gestión del estiércol con emisiones de 1206.04 kt de CO<sub>2</sub> eq y 1148.91 kt de CO<sub>2</sub> eq respectivamente.



**Figura 21. Emisiones en kt de CO<sub>2</sub> eq por componentes de la subcategoría Ganadería para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GE

### 3.B. Tierras

Para esta categoría solamente se estimaron las emisiones para las tierras forestales y los humedales que permanecen como tales (en este caso se estimaron teniendo en cuenta los embalses existentes en el país).

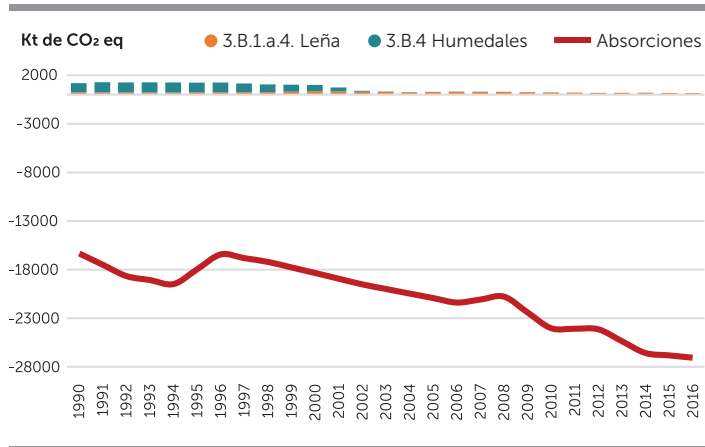
- **3.B.1. Tierras Forestales que permanecen como tales:** Se contabiliza el balance de emisiones y absorciones netas de CO<sub>2</sub>, ya sea de bosques nativos o cultivados (silvicultura). Además, se presentan las emisiones provocadas por la extracción de leña del bosque.

- **3.B.2 / 3.B.3 / 3.B.4. / 3.B.6: Cambio de uso de la tierra en Cultivos / Pastizales / Asentamientos / Otras Tierras:** No se contabilizaron las emisiones procedentes de los pastizales, cultivos, asentamientos y otras tierras que permanecen como tales, ni de los cambios de uso de suelo ocurridos entre estos componentes por falta de datos de actividad.

- **3.B.5. Humedales (embalses):** Los humedales incluyen todo tipo de tierras que estén cubiertas o saturadas por aguas todo el año o la mayor parte y que no entran en las categorías de Tierras forestales, Tierras de cultivo o Pastizales. Los humedales gestionados se limitan a aquellos en los que el nivel freático se modifica artificialmente (p. ej., se drene o se eleve) o a los que hayan sido creados por la actividad humana (p. ej., embalsado de un río).

En 2016 las emisiones en la subcategoría Tierras solamente se contabilizaron por la componente Extracción de Leña del bosque, presentando 139.50 kt de CO<sub>2</sub> eq, siendo este valor un 35.34% menor que el registrado en 1990 y un 7.90% con respecto al 2014. Para el caso de la componente Humedales en 2016 no se registraron emisiones, ya que los embalses continúan emitiendo hasta después de 10 años de su construcción y en la base de datos de actividad utilizada, suministrada por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), no se construyen embalses en nuestro país desde 2004, por lo que el último año con emisiones es el 2014. Para el caso de las absorciones (figura 22), que toman valor negativo, porque se refieren al CO<sub>2</sub> que es absorbido por

el sector forestal, fueron en 2016 superiores a las de 1990 en un 67.22% y a las del 2014 en 0.92% con 27147.20 kt de CO<sub>2</sub> eq.



**Figura 22. Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> eq en la categoría Tierras para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GE

### 3.C. Emisiones de fuentes agregadas y emisiones de no CO<sub>2</sub>

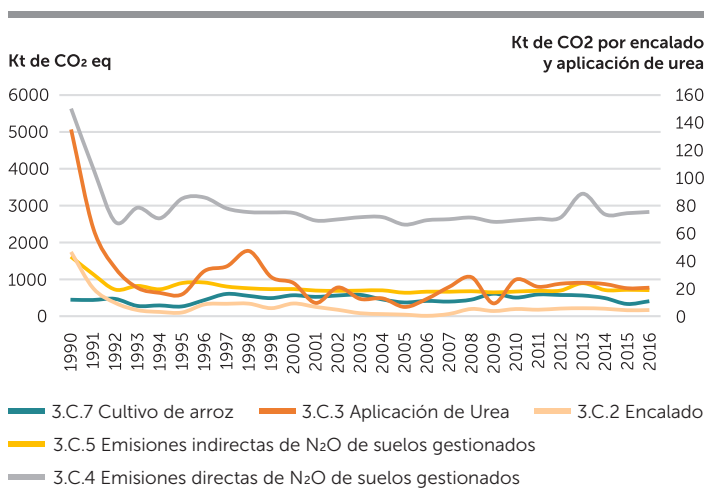
- **3.C.1 Emisiones por quema de biomasa:** Se incluyen las emisiones provenientes de la quema de biomasa en tierras de cultivo y pastizales. Solo se consideran las emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>. Las emisiones no se estimaron en esta subcategoría por falta de datos de actividad y paramétricos.

- **3.C.2. / 3.C.3 Aplicación de cal y de urea en los suelos:** El encalado se emplea para reducir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de los cultivos en sistemas gestionados, en particular en tierras agrícolas y bosques. El agregado de carbonatos a los suelos, en forma de cal (p. ej., piedra caliza cálcica (CaCO<sub>3</sub>) o dolomita (Mg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) conduce a emisiones de CO<sub>2</sub>. El agregado de urea a los suelos durante la fertilización conduce a una pérdida de CO<sub>2</sub> que se fija en el proceso de producción industrial (la materia prima principal es Gas Natural). La urea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) se convierte en amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ión hidroxilo (OH) y bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). El bicarbonato que se forma se convierte en CO<sub>2</sub> y agua.

- **3.C.4. / 3.C.5 Fertilizantes sintéticos:** Los fertilizantes sintéticos aplicados a los suelos generan emisiones de N<sub>2</sub>O, tanto en forma directa como indirecta.

- **3.C.7. Cultivo de arroz:** La descomposición anaeróbica de material orgánico en los arrozales inundados produce CH<sub>4</sub>, que se libera a la atmósfera, fundamentalmente, mediante el transporte a través de las plantas del arroz (Takai, 1970; Cicerone y Shetter, 1981; Conrad, 1989; Nouchi et al., 1990 en IPCC, 2006 y Hube et al., 2015).

Las emisiones generadas por la subcategoría Fuentes agregadas y emisiones no CO<sub>2</sub> en 2016 contabilizaron 3950.09 kt de CO<sub>2</sub> eq, lo que representó una disminución del 50.03% en relación a 1990 y un aumento del 2.79% con respecto al 2014. La componente que más representativa son las Emisiones directas de N<sub>2</sub>O en suelos gestionados con 2814.81 kt de CO<sub>2</sub> eq (figura 23) que cubre el 71.26% de las emisiones de la subcategoría. Le siguen en orden de importancia las Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O con 698.33 kt de CO<sub>2</sub> eq y las emisiones del Cultivo de arroz con 412.24 kt de CO<sub>2</sub> eq.



**Figura 23. Emisiones en kt de CO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> eq en la subcategoría Emisiones de fuentes agregadas y emisiones de no CO<sub>2</sub> para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GE

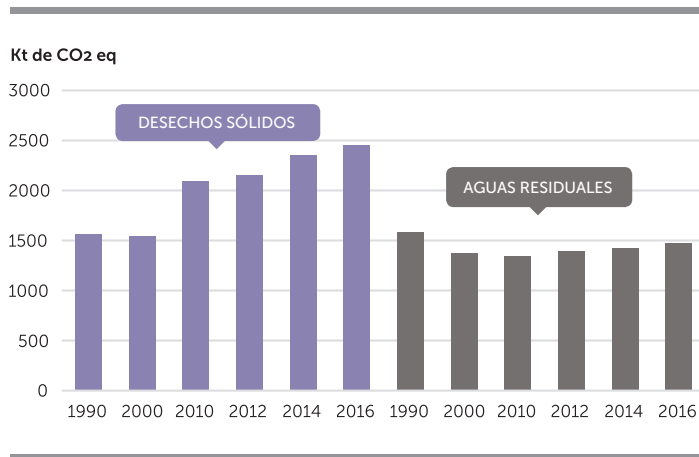
## Desechos

Los desechos y el tratamiento y la eliminación de aguas residuales domésticas e industriales pueden producir CH<sub>4</sub>. Típicamente, las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de los Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos (SEDS) son la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero del sector Desechos. Las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento y la eliminación de aguas residuales pueden ser importantes también.

Según las Directrices del IPCC de 2006 el sector Desechos comprende cuatro categorías dentro de las que se encuentran:

- Eliminación de desechos sólidos
- Tratamiento biológico de los desechos sólidos
- Incineración e incineración abierta de desechos
- Tratamiento y eliminación de aguas residuales

En el INGEI de Cuba solo se han estimado las emisiones de metano en las categorías “Eliminación de desechos sólidos” y “Tratamiento y eliminación de aguas residuales” (figura 24). Las



**Figura 24. Emisiones en kt de CO<sub>2</sub> eq por subcategorías del sector Desechos, para años seleccionados para la serie 1990-2016**

Fuente: elaboración propia

estimaciones no se realizaron en las categorías restantes por no contar con los datos de actividad suficientes.

- **4.A Eliminación de desechos sólidos:** El tratamiento y la eliminación de los desechos sólidos municipales, industriales y otros, producen cantidades significativas de CH<sub>4</sub>. Este gas se genera como resultado de la descomposición de materia orgánica bajo condiciones anaeróbicas. El CH<sub>4</sub> producido en los sitios de eliminación de desechos sólidos contribuye con aproximadamente 3 a 4% de las emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas mundiales en el año (IPCC, 2001 en IPCC, 2006).

- **4.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales:** Las aguas residuales se originan en variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales. Pueden ser fuente de emisiones de CH<sub>4</sub> cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico. Pueden, además, ser fuente de emisiones de N<sub>2</sub>O. Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de las aguas residuales no se consideran en las Directrices del IPCC porque son de origen biogénico y no deben incluirse en el total nacional de emisiones.

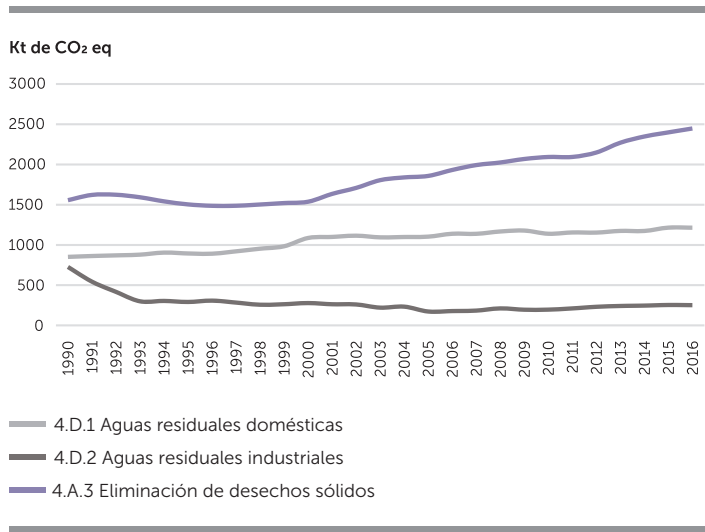
- **4.D.1. Aguas residuales domésticas:** Emisiones provenientes de los sistemas de tratamiento y eliminación de desechos líquidos y lodos de fuentes domésticas y comerciales que incluyen desechos humanos, mediante: recolección de sistemas de aguas residuales servidas y sistemas de tratamiento, pozos abiertos/letrinas, lagunas anaeróbicas, reactores anaeróbicos o vertimientos sin tratamientos en aguas superficiales (MAyDS, 2017).

Es necesario destacar que las aguas vertidas sin tratamiento previo suelen ser fuentes significativas de CH<sub>4</sub>, al igual que las aguas tratadas en reactores anaeróbicos y en sistemas de tratamiento anaeróbico de los lodos en plantas centralizadas, si el CH<sub>4</sub> emitido no se recupera ni se quema en antorcha.

- **4.D.2. Aguas residuales industriales:** Las aguas residuales industriales pueden tratarse in situ o evacuarse hacia los sistemas de cloacas o alcantarillados domésticos. Si se las evacua hacia el sistema de alcantarillado doméstico, las emisiones deben incluirse en las emisiones de aguas servidas domésticas.



En el 2016 el sector Desechos contabilizó 3915.96 kt de CO<sub>2</sub> eq siendo superiores en un 24.77% a las de 1990 y en 1.17% con respecto al 2014. Como se declaró con anterioridad la subcategoría Eliminación de desechos sólidos es la de mayores emisiones con 2444.40 kt de CO<sub>2</sub> eq (figura 25) representando el 62.42% de las emisiones, le sigue la subcategoría Aguas residuales domésticas con 1215.78 kt de CO<sub>2</sub> eq para el 31.05% y por último las Aguas residuales industriales que emitieron 255.78 kt de CO<sub>2</sub> eq para el restante 6.53%.



**Figura 25. Emisiones en kt de CO<sub>2</sub> eq por subcategorías del sector Desechos para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

## INDICADORES GENERALES

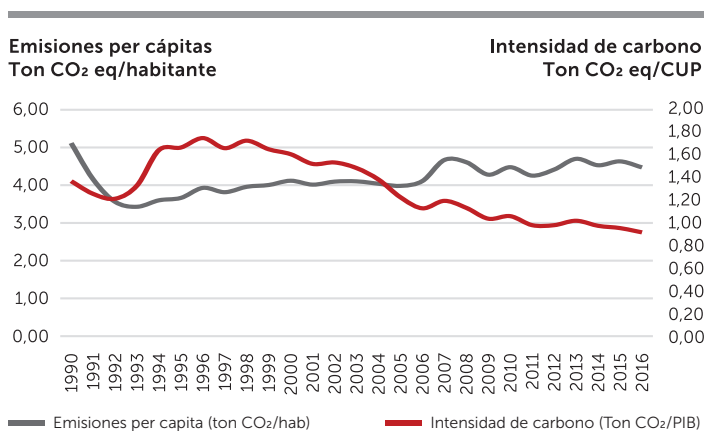
El uso de indicadores de las emisiones per cápita y de intensidad de carbono como las que publican organismos internacionales permite realizar comparaciones de las emisiones entre los países y a la vez, facilita información de utilidad que puede ser aplicada por los tomadores de decisiones a nivel nacional. Para realizar dichas estimaciones se tuvieron en cuenta las emisiones brutas anuales de GEI en CO<sub>2</sub> eq para el período 1990-2016 y

la población existente en el país para cada año en el caso del primero, y el PIB<sup>5</sup> del país en pesos cubanos (CUP)<sup>6</sup> a precios constantes de 1997.

### Emisiones per cápita e intensidad del carbono

El indicador de emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> eq por habitante en 2016 fue de 4.47 ton CO<sub>2</sub> eq/hab, disminuyendo en un 12.59% desde 1990 y en 1.26% desde 2014 (figura 26). El promedio de las emisiones per cápita en esos 27 años fue de 4.17 ton de CO<sub>2</sub> eq/habitante.

En 2016, el indicador intensidad del carbono fue de 0,92 ton CO<sub>2</sub> eq /CUP, disminuyendo en un 32.99% desde 1990 y en 5,93% desde 2014. El promedio en todo el período es de 1.31% ton CO<sub>2</sub> eq / CUP. La variación interanual observada, con máximas en 1996 y 1998, se debe principalmente, a un aumento de las emisiones en el sector energético en esos años con respecto a los precedentes y el poco crecimiento del PIB para esos años.



**Figura 26. Emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> e intensidad de carbono para la serie 1990-2016**

Fuente: Equipo Técnico de Inventario de GEI

<sup>5</sup> Producto Interno Bruto

<sup>6</sup> Peso cubano



# **Bibliografía**



# Bibliografía

---

American Chemical Society (ACS). (2012). *Predicted Planetary Temperatures*. *ASC Climate Science Toolkit. Energy Balance*. Disponible en <https://www.acs.org/content/acs/en/climate-science/energybalance/predictedplanetarytemperatures.html>.

Carrera, W y Landa, E. (2019). Hoja de ruta para la implementación de las contribuciones de mitigación en las Contribuciones Determinadas Nacionalmente (CDN) de la República de Cuba. Documento en revisión.

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2007). *Guía de la Convención sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto*. Disponible en [https://library.wmo.int/index.php?lvl=author\\_see&id=5086#.XuefEYixWpo](https://library.wmo.int/index.php?lvl=author_see&id=5086#.XuefEYixWpo).

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2015). *Acuerdo de París. Conferencia de las Partes 21er período de sesiones*. París, 30 de noviembre a 11 de diciembre de 2015.

Ginés, F. (2013). El efecto del calentamiento global sobre las temperaturas medias y los fenómenos de calor extremo en Castellón. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/61447451.pdf>.

Goosse H., P.Y. Barriat, W. Lefebvre, M.F. Loutre and V. Zunz, (2008-2010). *Introduction to climate dynamics and climate modeling*. Online textbook. Disponible en <http://www.climate.be/textbook>.

Hube, S.; Alfaro, M.; Ramírez, L.; Donoso, G.; Paredes, M. (2015). *Contribución del cultivo de arroz al cambio climático. Manual de producción de Arroz: Buenas prácticas Agrícolas*. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 306. 100 páginas. Disponible en <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/02/Manual-de-Arroz-PDF.pdf>.

IPCC. (1995). *Segundo Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático*. Disponible en [http://unfccc.int/ghg\\_data/items/3825.php](http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php).

IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds).

Jones, P and Harpham, C. (2013). *Estimation of the absolute surface air temperature of the Earth*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Vol. 118, pages 3213–3217. Disponible en <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/jgrd.50359?download=true>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina. (2017). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. ISBN 978-987-1560-73-8. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario-nacional-gei-argentina.pdf>.

OMS, PNUMA y OMM. (2003). *Cambio Climático y salud humana – Riesgos y respuestas*. Seminario de Salud y Medio Ambiente. 92 4 359081 2. Disponible en <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42808/9243590812.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Useros, J. (2013). *El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales*. Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid. Consejería de Sanidad de la Junta de Castilla y León, Valladolid. Real Acad Med Cir Vall 2013; 50: páginas 71-98. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4817473.pdf>.



















COLECCIÓN  
**ENTENDIENDO  
EL CAMBIO CLIMÁTICO**



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

