



# Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2016-2020 de Honduras

---

Febrero 2024



**Dirección Nacional  
de Cambio Climático**

## AUTORES

---

### Autoridades Nacionales

#### **Lucky Halach Medina Estrada**

Secretario de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente  
Punto Focal Político CMNUCC

#### **Malcolm Bryan Stufkens Salgado**

Subsecretario de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente  
Punto Focal Técnico CMNUCC

### Coordinación Técnica Nacional

#### **Wendy Carolina Rodríguez Molina**

Directora de la Dirección Nacional de Cambio Climático-SERNA

#### **Kim Grace Padilla**

Dirección Nacional de Cambio Climático-SERNA

### Equipo técnico Nacional-SERNA

#### **Irene María Ortega**

Dirección Nacional de Cambio Climático-SERNA

### Equipo Técnico KIMSA BUR2:

Michelle Hernandez Garzón

Viviana Bohorquez

Erika Gomez

Natalia Gutierrez Beltran

### Equipo Técnico KIMSA INGEI:

Viviana Bohorquez

David Andres Monroy

Diana L. Manrique Luna

Maria Alejandra Medina

Maryeni Enriquez Enriquez

Natalia Gutierrez Beltran

Erika Gomez

### Agradecimientos a:

Se extiende un agradecimiento especial a todas las entidades gubernamentales y demás instituciones que proporcionaron los datos necesarios para poder elaborar el presente documento.

El presente informe fue desarrollado con el apoyo internacional de:



# CONTENIDO GENERAL

---

**01**

Introducción y  
Contexto

---

**02**

Energía

---

**03**

Procesos Industriales  
y Uso de Productos  
(IPPU)

---

**04**

Agricultura Silvicultura  
y Otros Usos de la Tierra  
(AFOLU)

---

**05**

Residuos

---

# SIGLAS Y ACRÓNIMOS

---

<b>AFOLU</b>	Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra (por sus siglas en inglés Agriculture, Forestry, and Other Land Use)
<b>AR2</b>	Segundo Informe de Evaluación de IPCC
<b>AR5</b>	Quinto Informe de Evaluación de IPCC
<b>BCH</b>	Banco Central de Honduras
<b>BUR</b>	Informes Bienales de Actualización (BUR por sus siglas en inglés)
<b>BUR1</b>	Primer Informe Bienal de Actualización
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Carbonato de calcio
<b>CESCCO</b>	Centro de Estudios y Control de Contaminantes
<b>CFRN</b>	Coalición de Naciones con Bosques Tropicales
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CMICC</b>	Comité Interinstitucional de Cambio Climático
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>CO</b>	Carbon monoxide
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>CONASA</b>	Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento
<b>COVDM</b>	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
<b>CTICC</b>	Comité Técnico Interinstitucional de Cambio Climático
<b>DNCC</b>	Dirección Nacional de Cambio Climático
<b>EPHPM</b>	Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples
<b>ERSAP</b>	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento
<b>ET</b>	Equipo técnico
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>FAOSTAT</b>	Base de datos estadística corporativa de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT, del inglés, Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database)
<b>FLU</b>	Factor de uso del suelo
<b>FMG</b>	Factor por régimen de manejo
<b>FOD</b>	Método de descomposición de primer orden

<b>FON</b>	Fertilizante orgánico
<b>FPRP</b>	Orina y el estiércol de animales de pastoreo
<b>FSN</b>	Fertilizantes de nitrógeno sintético
<b>GCCV</b>	Gestión de la Calidad y Control de Verificación
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>Gg CO<sub>2</sub>e</b>	Gigagramos de dióxido de carbono equivalente
<b>GLP</b>	gas licuado de petróleo
<b>HFC</b>	Hidrofluorocarburos
<b>ICF</b>	Instituto de Conservación Forestal
<b>INE</b>	Instituto Nacional De Estadísticas
<b>INGEI</b>	Inventarios de Gases de Efecto Invernadero
<b>INHGEOMI</b>	Instituto Hondureño de Geología y Minas
<b>IPCC</b>	Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático
<b>IPPU</b>	Procesos industriales y uso de los productos (IPPU, del inglés, Industrial Processes and Product Use)
<b>MDL</b>	Mecanismo de Desarrollo Limpio
<b>MTR</b>	Marco de Transparencia Reforzado
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Óxido Nitroso
<b>NF<sub>3</sub></b>	Nitrogen trifluoride
<b>NO<sub>x</sub></b>	Nitrogen oxides
<b>NREF</b>	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
<b>NRF</b>	Nivel de referencia forestal
<b>PAO</b>	Potencial de agotamiento de ozono
<b>PCA</b>	Potencial de calentamiento atmosférico
<b>PCG</b>	Potencial de Calentamiento Global
<b>PFC</b>	Perfluorocarburo
<b>PPC</b>	Producción Per Cápita
<b>REDD+</b>	Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques
<b>SAG</b>	Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras
<b>SANAA</b>	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados
<b>SAO</b>	Sustancias que agotan la capa de ozono
<b>SEN</b>	Secretaría de Energía
<b>SERNA</b>	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
<b>SF<sub>6</sub></b>	Hexafluoruro de azufre

<b>sieHonduras</b>	Sistema de Información Energética de Honduras
<b>SIN</b>	Sistema Interconectado Nacional
<b>SINAPH</b>	Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras
<b>SINIT</b>	Sistema Nacional de Información Territorial
<b>SO<sub>2</sub></b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>SOC</b>	Carbono orgánico del suelo
<b>TNC</b>	Tercera comunicación nacional
<b>UCC</b>	Unidad de Cambio Climático
<b>USAID</b>	Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional
<b>UTOH</b>	Unidad Técnica de Ozono



Secretaría de  
Recursos Naturales  
y Ambiente

# Introducción y Contexto

Informe del Inventario Nacional  
de Gases de Efecto Invernadero  
2016-2020 de Honduras



## Contenido

1.1 Introducción y contexto.....	13
1.1.1 Antecedentes.....	13
1.1.2 Arreglos Institucionales para la elaboración del INGEI.....	14
1.1.3 Preparación del Inventario.....	17
1.2 Descripción de la metodología, fuentes de datos y exhaustividad.....	17
1.2.1 Métodos y fuentes de información del sector Energía.....	18
1.2.2 Métodos y fuentes de información del sector IPPU.....	18
1.2.3 Métodos y fuentes de información del sector AFOLU.....	19
1.2.4 Métodos y fuentes de información del sector Residuos.....	19
1.3 Tendencias consolidado todos los sectores INGEI 2005 – 2020.....	20
1.3.1 Emisiones y absorciones de GEI para el año 2020.....	20
1.3.2 Tendencia de las emisiones y absorciones de GEI para la serie 2005-2020.....	22
1.4 Análisis de categorías clave.....	25
1.5 Evaluación general de la incertidumbre.....	29
1.5.1 Incertidumbre de la tendencia.....	30
Bibliografía.....	36

## Lista de figuras

Figura 1.1 Estructura funcional para el proceso de actualización del INGEI de Honduras 2016-2020.....	15
Figura 1.2 Ciclo de preparación del INGEI 2016-2020.....	17
Figura 1.3 Participación por sector emisiones brutas - año 2020.....	21
Figura 1.4 Participación de las absorciones - año 2020.....	22
Figura 1.5 Emisiones y absorciones GEI por sector IPCC serie temporal 2005 – 2020 (Gg de CO2 eq).....	23
Figura 1.6 Valores de las emisiones para cada GEI serie temporal 2005 – 2020 (Gg de CO2 eq) y participación promedio bruta.....	24





## Lista de tablas

Tabla 1.1 Reportes e inventarios nacionales de GEI de Honduras presentados a la CMNUCC.....	13
Tabla 1.2 Principales instituciones y actores claves involucrados en el ciclo de INGEI 2016-2020.....	16
Tabla 1.3 Potenciales de calentamiento global utilizados - PCG (AR5).....	18
Tabla 1.4 Resultados INGEI año 2020 (Gg de CO2 eq).....	20
Tabla 1.5 Emisiones GEI por sector IPCC serie temporal 2005 – 2020 (Gg de CO2 eq).....	23
Tabla 1.6 Valores de las emisiones para cada GEI serie temporal 2005 – 2020 (Gg de CO2 eq).....	24
Tabla 1.7. Resumen del análisis de categorías clave.....	26
Tabla 1.8 Resultados categorías clave método 1 - nivel.....	27
Tabla 1.9 Resultados categorías clave método 1 - tendencia.....	27
Tabla 1.10. Resultados categorías clave método 2 - nivel.....	28
Tabla 1.11. Resultados categorías clave método 2 - tendencia.....	28
Tabla 1.12. Incertidumbre de la tendencia 2005-2020.....	31



## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

### 1.1 Introducción y contexto

#### 1.1.1 Antecedentes

El sexto informe de evaluación del IPCC indica que las acciones humanas principalmente a través de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), han provocado de forma indiscutible el calentamiento global. Esto se evidencia a través del aumento de la temperatura de la superficie del planeta de 1.1°C para el periodo 2011 a 2020, por arriba del periodo de referencia de 1850-1900. Estas emisiones globales de GEI continúan aumentando, lo que evidencia desigualdades en estas contribuciones históricas y actuales, causadas por el uso de energía de forma insostenible, el uso de la tierra y el cambio en su uso, los estilos de vida, patrones de consumo y producción, entre países, regiones y personas (IPCC, 2023).

Las emisiones de GEI han aumentado de forma exponencial desde la época preindustrial, y han sido causadas de forma principal por las actividades humanas. Las emisiones históricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), han sido las mayores que en cualquier momento en al menos 2 millones de años y las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), fueron los más altos en al menos 800,000 años (IPCC, 2023).

Honduras ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) en 1995, a través del Decreto No 26-95 del 29 de Julio de 1995 (SERNA,

2000). Con esta ratificación, Honduras adquirió compromisos relacionados al desarrollo de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), los mismos están delineados a través del artículo 4 y 12 de la CMNUCC, el cual indica que los países se comprometen a desarrollar, actualizar y publicar regularmente inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por fuentes y la absorción por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal (CMNUCC, 1992).

Los ING EI son informes que proporcionan información sobre las emisiones y absorciones de GEI de un país. Los ING EI son una herramienta fundamental para poder entender el cambio climático, proporcionan información sobre las fuentes de emisiones de GEI principales y las tendencias de las emisiones, para poder diseñar las medidas de mitigación más adecuadas.

A pesar de los múltiples desafíos que enfrenta el país, Honduras ha logrado avances significativos en la elaboración de sus ING EI, y dando cumplimiento a sus compromisos adquiridos, ha presentado a través de sus Comunicaciones Nacionales e Informes Bienales de Actualización (BUR) los reportes e inventarios de GEI ante la CMNUCC, las cuales se detallan en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Reportes e inventarios nacionales de GEI de Honduras presentados a la CMNUCC

Reporte	Año presentado a la CMNUCC	Año o periodo del ING EI presentado
Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático	2000	1995
Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático	2012	2000
Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático	2019	2005-2015
Primera Actualización del Reporte Bienal de Honduras (BUR1)		

Fuente: elaboración propia



En 2020, Honduras presentó su tercera comunicación nacional (TCN) y Primera Actualización del Reporte Bienal de Honduras (PTCN). A través de estos, Honduras elaboró el INGEI para la serie 2005-2015, para los sectores Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU por sus siglas en inglés), Agricultura, Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS por sus siglas en inglés) y Residuos.

Con el presente informe Honduras presenta una nueva actualización en su INGEI abarcando el periodo de 2016 - 2020. El mismo se presenta en el BUR2 de Honduras.

### 1.1.2 Arreglos Institucionales para la elaboración del INGEI

Desde 1995 en Honduras, se han registrado significativos progresos en el ámbito de la política pública relacionada con la gestión del cambio climático. Este progreso ha posibilitado avanzar en la consolidación y establecimiento formal de las estructuras institucionales requeridas para la elaboración de los INGEI. Entre los aspectos más destacados se incluyen:

- En 1995 Honduras firmó la CMNUCC, y la misma fue ratificada mediante el Decreto No 26-95 (SERNA, 2000).
- En 1999 Honduras firmó el Protocolo de Kioto el cual en su artículo 12 introduce el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) como mecanismo de mitigación orientado a los países en desarrollo.
- En 2010 por medio del Decreto Ejecutivo No PCM-022-2010, se eleva la Unidad de Cambio Climático (UCC) a Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC), donde se establece entre sus funciones la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (La Gaceta, 2010).
- En 2010 se crea el comité por medio del mismo Decreto Ejecutivo, se crea el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CMICC), y el Comité Técnico Interinstitucional de Cambio Climático (CTICC) como un órgano de apoyo a la DNCC, el cual está conformado por múltiples instituciones gubernamentales.

Se establecen las funciones del CTICC por medio del Decreto No. 1203-2013 (La Gaceta, 2013).

- En 2013 se aprueba por medio del Decreto No. 297-2013, la Ley de Cambio Climático de Honduras, La ley oficializa al CICC y el CTICC como órganos de consulta y apoyo técnico y político (La Gaceta, 2013).

- Con el desarrollo del BUR1 en el 2019, Honduras identifica la necesidad de establecer una estructura operativa que facilite el desarrollo de cada una de las actividades que implica la elaboración de los inventarios de GEI. Se crea el Equipo Técnico INGEI compuesto por 3 consultores nacionales y el asesoramiento de un consultor internacional. El equipo establece las bases de trabajo para la construcción del INGEI y el bosquejo general del Sistema de Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (SINGEI).

- Actualmente, con el apoyo de iniciativas como el CBIT-Honduras, en el marco del “Apoyo en el Diseño e Implementación del Sistema Integrado de Cambio Climático de Honduras”, se crea la estructura del Sistema Nacional de Monitoreo de Cambio Climático (SNMCC), el cual comprenderá un módulo específico del SINGEI.

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) es la encargada de coordinar la elaboración de los INGEI en Honduras, a través de la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC). Este ciclo de elaboración del INGEI 2016-2020, se elaboró a través del proyecto “Apoyo para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INDEI) y la preparación del segundo informe bienal de actualización (2BUR)” con apoyo del PNUD.

El proceso de actualización del INGEI de Honduras 2016-2020 fue coordinado principalmente por la DNCC y el Equipo Técnico del INGEI, con la participación de consultores nacionales e internacionales. Este procedimiento comenzó con la contratación de un Equipo Técnico del INGEI, el cual estuvo compuesto por expertos de la DNCC y de la empresa KIMSA - Clima, Conservación y Desarrollo. Este equipo tiene la responsabilidad de recopilar la información requerida en los sectores del INGEI, realizar los cálculos y el reporte de acuerdo con las consideraciones de la CMNUCC.

En la elaboración del INGEI, diversas entidades gubernamentales y actores clave de los sectores público y privado colaboraron activamente. Participaron profesionales de diferentes áreas generadores de información y estadísticas nacionales, respaldando las acciones requeridas y suministrando los datos de actividad esenciales. Además, llevaron a cabo el seguimiento y validación del cálculo de las emisiones de GEI en los distintos sectores.

Para el diseño y elaboración del presente ciclo del INGEI, la estructura de funcionamiento del SINGEI estuvo conformada de la siguiente forma:

- **Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC):** fue el enlace entre las entidades sectoriales y el equipo técnico consultor. La DNCC facilitó la consecución de información necesaria para el desarrollo del INGEI y fue responsable de la aprobación final del mismo.
- **Entidades sectoriales:** En su gran mayoría entidades públicas de orden nacional, sin embargo, también se contó con la participación del sector privado. Estas suministraron los datos de actividad necesarios para la estimación de emisiones, así como información específica que orientaba a los consultores internacionales en la adecuada interpretación de los sectores y categorías presentes en Honduras. Durante el desarrollo del INGEI realizaron la validación de los cálculos preliminares y los cálculos finales.
- **Equipo técnico consultor:** Consultores internacionales, expertos en cada uno de los sectores IPCC y estadísticos, los cuales estuvieron a cargo de la elaboración del INGEI. Se contó con el apoyo de un consultor nacional para la gestión de información.

En la Figura 1.1, se presenta la estructura funcional para el proceso de actualización del INGEI de Honduras 2016-2020.

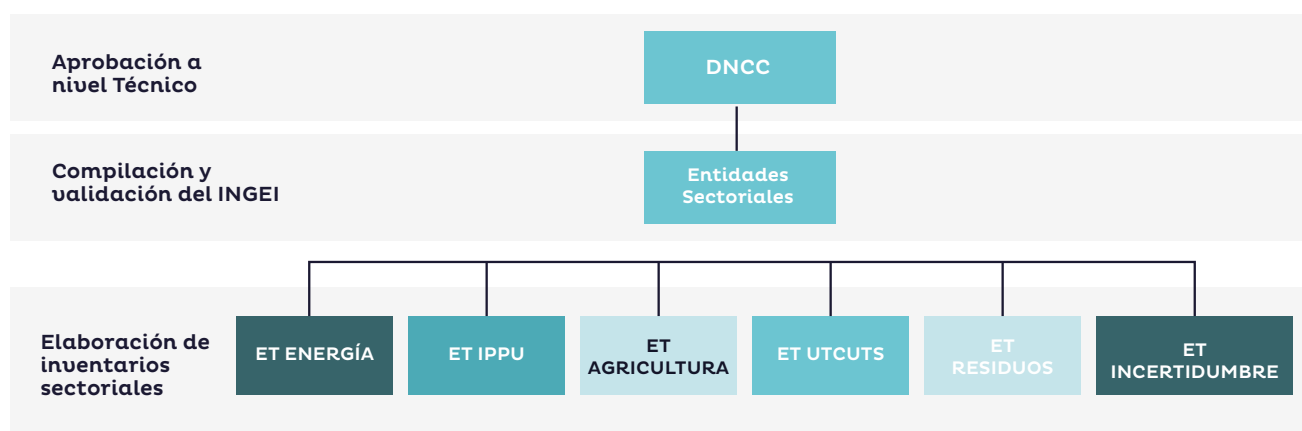


Figura 1.1 Estructura funcional para el proceso de actualización del INGEI de Honduras 2016-2020

Al igual que en el INGEI presentado en 2019, la metodología de trabajo para el presente INGEI consistió en el envío de notas de manera oficial por parte de la SERNA, la entidad sectorial respectiva a la cual se identificó como actor clave para proveer datos, manteniendo un seguimiento cercano a las solicitudes de información por parte del consultor técnico nacional, y realizando la validación de los datos e información a través de reuniones de trabajo y correos electrónicos con las diversas entidades y actores claves.

Dado el corto tiempo de ejecución, durante la elaboración del actual INGEI no se establecieron ni formalizaron acuerdos institucionales entre los proveedores de información sectorial y la SERNA como entidad coordinadora del INGEI. Esto subraya la necesidad persistente de constituir y oficializar dichos marcos de cooperación para facilitar el intercambio y acceso a la información necesaria para la elaboración de los INGEI. La suscripción de los acuerdos es crucial para la consolidación del SINGEI, siendo este uno de los pasos primordiales para conducir a Honduras en la generación de información climática que cumpla los principios de las buenas prácticas del IPCC y de Marco de Transparencia Reforzado (MTR) del Acuerdo de París.

En la Tabla 1.2, se presenta las principales instituciones y actores claves involucrados en el ciclo de INGEI 2016-2020 así como la categoría a la cual proporcionó información.

Tabla 1.2 Principales instituciones y actores claves involucrados en el ciclo de INGEI 2016-2020

Institución	Sector	Categoría a la que proporcionó información
Banco Central de Honduras (BCH)	IPPU	- 2A1. Producción de cemento - 2A2. Producción de Cal - 2H2. Industria de la alimentación y la bebida
Instituto Nacional De Estadísticas (INE)	Residuos	- 4A. Eliminación de desechos - 4D. Tratamiento y eliminación de aguas
Instituto Hondureño de Geología y Minas (INHGEOMIN)	IPPU	- 2A2. Producción de Cal
Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras (SAG)	AFOLU	- 3A1 Fermentación entérica - 3A2. Gestión de estiércol - 3C. Fuentes agregadas y emisiones de no CO2 provenientes de la tierra
Secretaría de Energía (SEN)	Energía	- 1A1. Industrias de la energía - 1A2. Industrias manufactureras y de la construcción - 1A3. Transporte - 1A4. Otros sectores
SANAA ERSAP CONASA CESCCO	Residuos	- 4D1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas.
Dirección de Gestión Ambiental de la SERNA	Residuos	- 4A. Eliminación de desechos
Unidad Técnica de Ozono (UTOH) de la SERNA	IPPU	- 2F1. Uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono - refrigeración y aires acondicionados.
Instituto de Conservación Forestal (ICF)	AFOLU	- 3B. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura

Fuente: elaboración propia

La información detallada suministrada por entidad puede ser consultada en cada módulo sectorial del inventario, en la sección de “Aspectos metodológicos específicos de la categoría”

- Módulo 2: Energía
- Módulo 3: Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)
- Módulo 4: Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU)
- Módulo 5: Residuos



## 1.1.3 Preparación del Inventario

### 1.1.3.1 Ciclo de preparación del INGEI

La planificación y dirección de las actividades relacionadas con la creación del INGEI comenzaron en el último trimestre del 2023 con la implementación del proyecto “Apoyo para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI 2016 - 2020) y la preparación del Segundo Informe Bienal de actualización (2BUR)”, respaldado por el PNUD.

El equipo consultor encargado del proyecto, con respaldo de la DNCC de la SERNA, inició la fase de alistamiento, con la revisión de la documentación generada durante el desarrollo del INGEI 2005 - 2015, esto con el objetivo de reconocer la estructura del inventario más actualizado, tomarlo como punto de partida e identificar las oportunidades de mejora que potencialmente se podían abarcar en el nuevo INGEI. Durante esta fase se identificaron los actores clave sectoriales, entidades proveedoras de datos y sistemas de información sectorial.

En la segunda fase de recopilación de información, se generaron las notas de solicitud de información que serían posteriormente enviadas a las entidades proveedoras de datos. El proceso de recopilación fue apoyado por la DNCC, quien brindó el seguimiento al mismo. Una vez consolidada la información para cada uno de los sectores IPCC se revisó y analizó la misma con el fin de definir el nivel metodológico que se usaría en la estimación de emisiones. Durante el proceso se realizaron reuniones técnicas con las entidades sectoriales proveedoras de datos para validar la adecuada interpretación de estos y realizar consulta a expertos en los casos que fue necesario.

El proceso continuo con la ejecución de la tercera fase relativa al desarrollo de los cálculos y reportes preliminares por sector IPCC. Estos fueron validados por la DNCC y las entidades sectoriales dando paso a la fase cuatro del ciclo realizado. Con el abordaje de los ajustes necesarios y el desarrollo de los cálculos finales por sector, se avanzó en la estimación y análisis de la incertidumbre del

INGEI, contenido de la fase de compilación y elaboración de reportes finales. Para cerrar el ciclo, se abordaron las actividades necesarias para la consolidación del archivo y bases de datos del INGEI 2016 - 2020. La Figura 1.2 ilustra el ciclo de preparación del INGEI actual de Honduras.

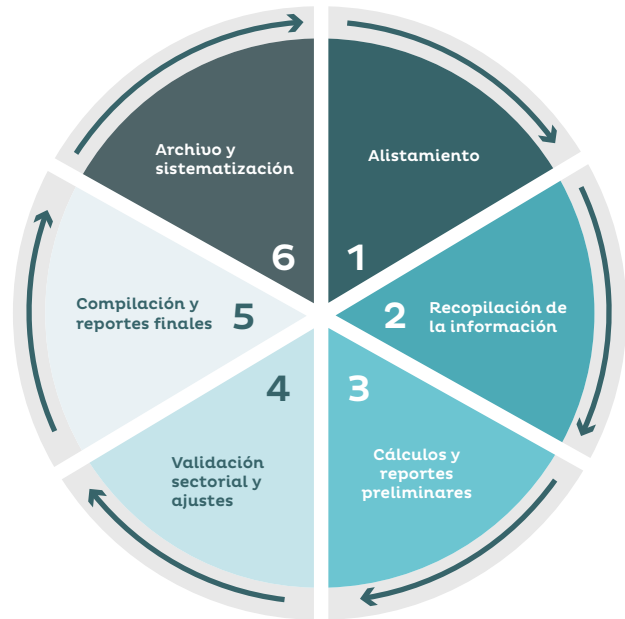


Figura 1.2 Ciclo de preparación del INGEI 2016-2020

## 1.2 Descripción de la metodología, fuentes de datos y exhaustividad

El INGEI fue desarrollado siguiendo los procedimientos establecidos por las “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”. Estas directrices comprenden las metodologías y enfoques para calcular los principales productos de gases de efecto invernadero generados por las actividades humanas. Asimismo, se consideraron las “orientaciones del IPCC sobre buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” al llevar a cabo la estimación de la incertidumbre.

El informe del INGEI proporciona datos sobre las emisiones y absorciones nacionales



anuales calculadas para el período de 2016-2020. Estos cálculos se realizaron mediante la aplicación de los cuatro módulos de la metodología del IPCC de 2006, que abarcan Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU en inglés), Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU en inglés), así como Residuos.

En relación con el Potencial de Calentamiento Global (PCG), para este ciclo del INGEI se hizo uso de los valores actualizados en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5). El PCG utilizado se detalla en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Potenciales de calentamiento global utilizados - PCG (AR5)

Potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) IPCC Quinto Informe de Evaluación	
GEI	PCG (AR5) - 100 años
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	28
N <sub>2</sub> O	265
HFC-32	677
HFC-125	3170
HFC-134a	1300
HFC-152a	138
HFC-143a	4800
HFC-227ea	3350

Fuente: Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) (IPCC, 2014)

Sibien el inventario presentado abarca el período de 2016 a 2020, no obstante, se llevó a cabo un recálculo del anterior inventario presentado por Honduras en el BUR1 que se extendió del año 2005 a 2015. Este recálculo se realizó utilizando para toda la serie los valores del PCG del AR5. Adicionalmente y de acuerdo con la información

disponible el recálculo incluyó datos de actividad actualizados y suministrados por las entidades sectoriales. Con este ejercicio se da cumplimiento a los principios de transparencia, precisión, exhaustividad, y comparabilidad.

A continuación, se detallan los enfoques de medición de nivel utilizados y las fuentes primarias de información correspondientes a cada sector.

### 1.2.1 Métodos y fuentes de información del sector Energía

La estimación de emisiones del sector Energía, se realizó abarcando el periodo 2005-2020 según las Directrices del IPCC de 2006, se consideró los gases de efecto invernadero (GEI) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, aplicando métodos de Nivel 1 (T1) con datos específicos de actividad y factores de emisión por defecto del IPCC. Se desglosaron las estimaciones según categorías disponibles en Honduras. La serie temporal 2005-2015 fue revisada exhaustivamente, recalculando todo el inventario mediante la actualización de datos de actividad y la inclusión de supuestos para datos faltantes.

Las principales fuentes de datos fueron:

- Para 2005-2009 se utilizaron datos de actividad reportados por MiAmbiente+
- Para 2010-2020 se obtuvieron del balance de energía suministrado por la Secretaría de Energía mediante “sieHonduras – Sistema de información energética de Honduras”.

### 1.2.2 Métodos y fuentes de información del sector IPPU

En la estimación de emisiones del sector IPPU, se emplearon las Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulos del 1 al 8 aplicables para las categorías existentes en Honduras. Bajo estas directrices se estimaron las emisiones anuales de GEI directos para el periodo 2005-2020. Se utilizaron los métodos de Nivel 1 (T1) con datos de actividad específicos y factores de emisión por defecto del IPCC.



Se incluyeron emisiones de otros gases precursores (indirectos), como los Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del metano (COVDM) en la industria alimentos y bebidas, bajo la metodología EMEP/CORINAIR, presentadas de forma informativa sin sumarse al total de emisiones GEI. Las estimaciones se realizaron para categorías con información disponible, utilizando datos de producción, importaciones, exportaciones y proyecciones validadas. Para más detalles metodológicos de este sector ver el Módulo 3: Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU).

Las principales fuentes de datos fueron:

- Banco Central de Honduras – BCH
- Instituto Hondureño de Geología y Minas – INHGEOMIN
- Unidad Técnica de Ozono – UTOH de la SERNA

### 1.2.3 Métodos y fuentes de información del sector AFOLU

#### 1.2.3.1 Ganadería (IPCC 3A)

Las estimaciones se realizan bajo metodología Nivel 1 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y factores de emisión por defecto del IPCC. Para más detalles ver el Módulo 4: Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU). Además se realizó el ajuste de curvas a partir de regresiones.

Las principales fuentes de datos fueron:

- Primer IBA 2019
- Proyección ajustada a partir de datos FAOSTAT
- FAOSTAT

#### 1.2.3.2 Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (IPCC 3B-Tierras)

El cálculo de las emisiones en las categorías consideradas dentro del sector, se emplearon

los métodos y factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. En líneas generales, se utilizó una amplia información de factores de emisión específicos del país (nivel 2), mayormente obtenida de los resultados del Inventario Nacional Forestal de Honduras. En casos donde no se disponía de información específica del país, se recurrió a valores por defecto (nivel 1) provenientes de las Directrices del IPCC de 2006 y del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

En lo que respecta a los factores de emisión aplicados a tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales, se tomaron del documento técnico “Factores de emisión para la construcción de niveles de referencia subnacional de emisiones y absorciones forestales (NRF/NREF para REDD+)”. En cuanto a las demás categorías, se emplearon los factores por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. Para más detalles ver el Módulo 4: Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU).

### 1.2.4 Métodos y fuentes de información del sector Residuos

La estimación de emisiones de sector se realizó siguiendo las directrices del IPCC de 2006, para el periodo 2005–2020, realizando las estimaciones de los GEI CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O. En la categoría de eliminación de desechos sólidos (4A), se aplicó el método de nivel 1 según las directrices IPCC 2006, para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> mediante el método de descomposición de primer orden (FOD) del IPCC 2006. Las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la eliminación de aguas residuales y la incineración abierta de residuos sólidos municipales se calcularon utilizando factores por defecto, mientras que las de CO<sub>2</sub> se calcularon empleando factores de oxidación proporcionados por las directrices IPCC 2006. Para más detalles ver el Módulo 5: Residuos.

Las principales fuentes de datos fueron:

- Proyecciones de población del INE del censo de 2013
- Información recopilada por la SERNA
- Diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos en Honduras del año 2016





elaborado por el Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras

1

Introducción y contexto

## 1.3 Tendencias consolidado todos los sectores INGEI 2005 – 2020

En este apartado se presentan los resultados del INGEI de Honduras para el último año del inventario 2020 y para la serie temporal 2005 – 2020. Para el reporte de resultados la consultora KIMSA ha preparado la siguiente información compilada en el anexo 1 de este capítulo:

- La tabla consolidada del INGEI para la serie 2005 – 2020. Incluye absorciones y emisiones por GEI, por módulo, categoría y subcategorías (hasta el nivel máximo de desagregación).

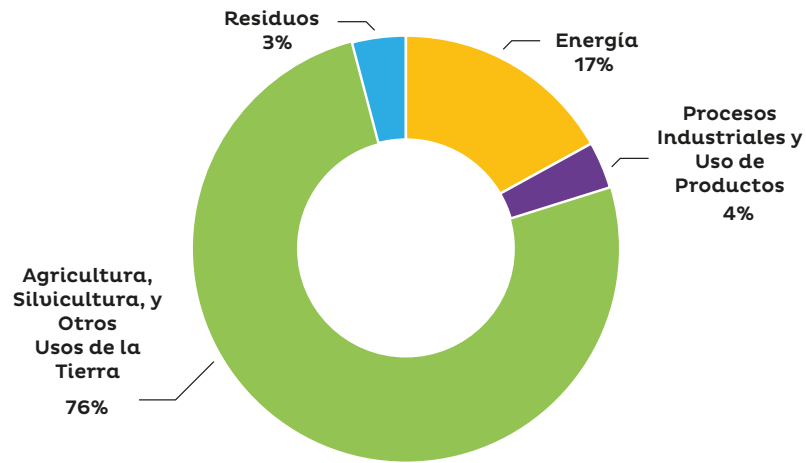
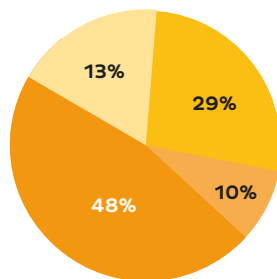
### 1.3.1 Emisiones y absorciones de GEI para el año 2020

Las emisiones totales para el año 2020 son 47.645,42 Gg de CO<sub>2</sub> eq y las absorciones 31.070,39 Gg de CO<sub>2</sub> eq; con lo cual, el balance de emisiones es de 16.575,02 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Como se observa en la Tabla 1.4, la participación del sector AFOLU es significativo en las emisiones totales, mientras, como resultado del balance, el sector energía tiene una gran participación en las emisiones netas de Honduras.

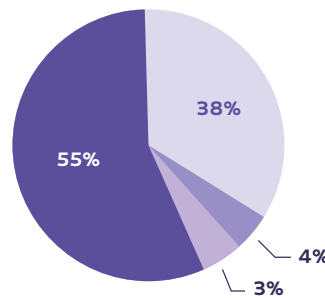
Tabla 1.4 Resultados INGEI año 2020 (Gg de CO<sub>2</sub> eq)

Tipo	Energía	IPPU	AFOLU	Residuos	Total general
<b>Emisiones brutas</b>	7.999,31	1.828,19	36.194,04	1.623,89	47.645,42
<b>Absorciones</b>	0,00	0,00	-31.070,39	0,00	-31.070,39
<b>Emisiones netas</b>	7.999,31	1.828,19	5.123,64	1.623,89	16.575,02
<b>Porcentaje de participación con respecto a las emisiones netas</b>	<b>48%</b>	<b>11%</b>	<b>31%</b>	<b>10%</b>	

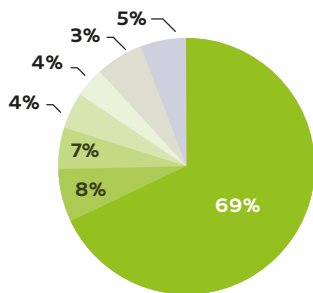
Al analizar las emisiones brutas, se observa que el sector que más contribuye dentro del total emitido es el sector AFOLU con el 76% de las emisiones totales del país y la subcategoría que más aporta al inventario es 3B3 Pastizales con 24.971,92 Gg CO<sub>2</sub>eq, en el sector energético el segundo con mayor participación, son relevantes las actividades de transporte con 3.803,11 Gg CO<sub>2</sub>eq. La siguiente figura ilustra las participaciones de las emisiones brutas para el año 2020 y la distribución por sector.


**Energía**


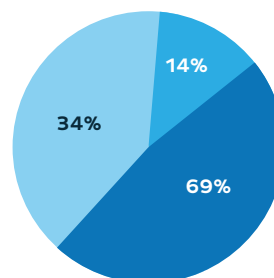
- 1A1 - Industrias de la energía
- 1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción
- 1A3 - Transporte
- 1A4 - Otros sectores

**IPPU**


- 2A1 - Producción de cemento
- 2A2 - Producción de cal
- 2D1 - Uso de lubricantes
- 2F1 - Refrigeración y aire acondicionado

**AFOLU**


- 3B3 - Pastizales
- 3A1 - Fermentación entérica
- 3B2 - Tierras de cultivo
- 3B1 - Tierras forestales
- 3C4 - Emisiones directas de N2O de suelos gestionados
- 3B4 - Humedales
- 3C1, 3C5, 3A2, 3C, 3C7, 3C6, 3C2

**Residuos**


- 4C2 - Incineración abierta de desechos
- 4D1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas
- 4D2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Nota: \*3C1 - Emisiones de GHG por quemado de biomasa, 3C5 - Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados, 3A2 - Gestión de estiércol, 3C3 - Aplicación de urea, 3C7 - Cultivo de arroz, 3C6 - Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol, 3C2 - Encalado

Figura 1.3 Participación por sector emisiones brutas - año 2020

Por otro lado, las absorciones para el año 2020 totalizan -31.070,39 Gg CO<sub>2</sub> eq, el 96% corresponden a la Subcategoría Tierras Forestales, dentro de esta 3B1-Tierras forestales que permanecen como tales participan con el 89%, -23.369,06 Gg de CO<sub>2</sub>

eq. El 4% corresponde al crecimiento de las tierras de cultivo, dentro de esta los pastizales convertidos en tierras de cultivo fueron estimados en -721,93 Gg de CO<sub>2</sub> eq. La Figura 1.4 presenta la participación general de las absorciones en el año 2020.

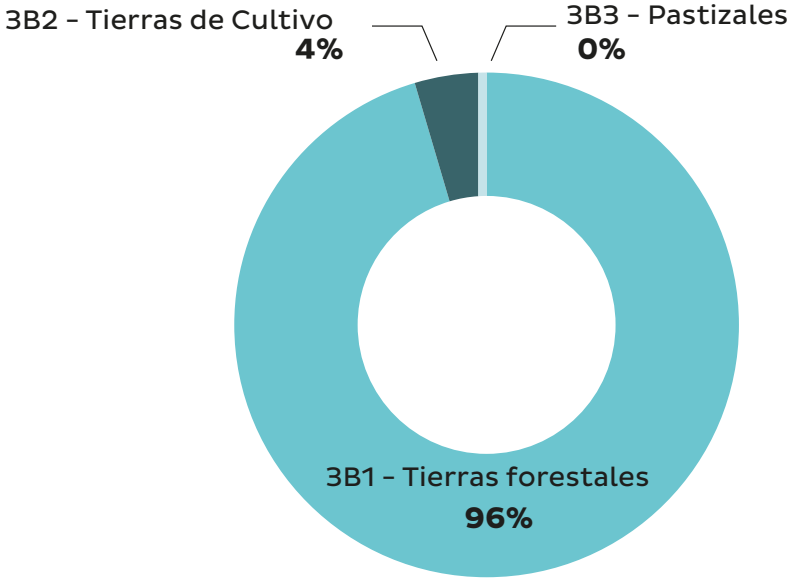


Figura 1.4 Participación de las absorciones - año 2020

### 1.3.2 Tendencia de las emisiones y absorciones de GEI para la serie 2005-2020

De manera agregada se presentan las emisiones y absorciones del INGEI para la serie de tiempo 2005-2020, en la Figura 1.5 se presentan las estimaciones sectoriales. Durante el periodo 2005-2020 las emisiones promedio de Honduras son de 33.449,46 Gg CO2 eq, las absorciones promedio son -36.605, 11 Gg CO2 eq y el balance o emisiones netas promedio son -3.155,65. La Figura 1.5 y la Tabla 1.5 presenta los resultados de emisiones y absorciones totales anuales para la serie temporal 2005 - 2020 por sector, las emisiones netas o balance y la participación promedio de las emisiones brutas por sector durante el periodo de análisis. La Figura 1.6 y Tabla 1.6 presenta los valores de las emisiones de la serie temporal para cada GEI y el porcentaje de participación del promedio de las emisiones brutas de la serie.

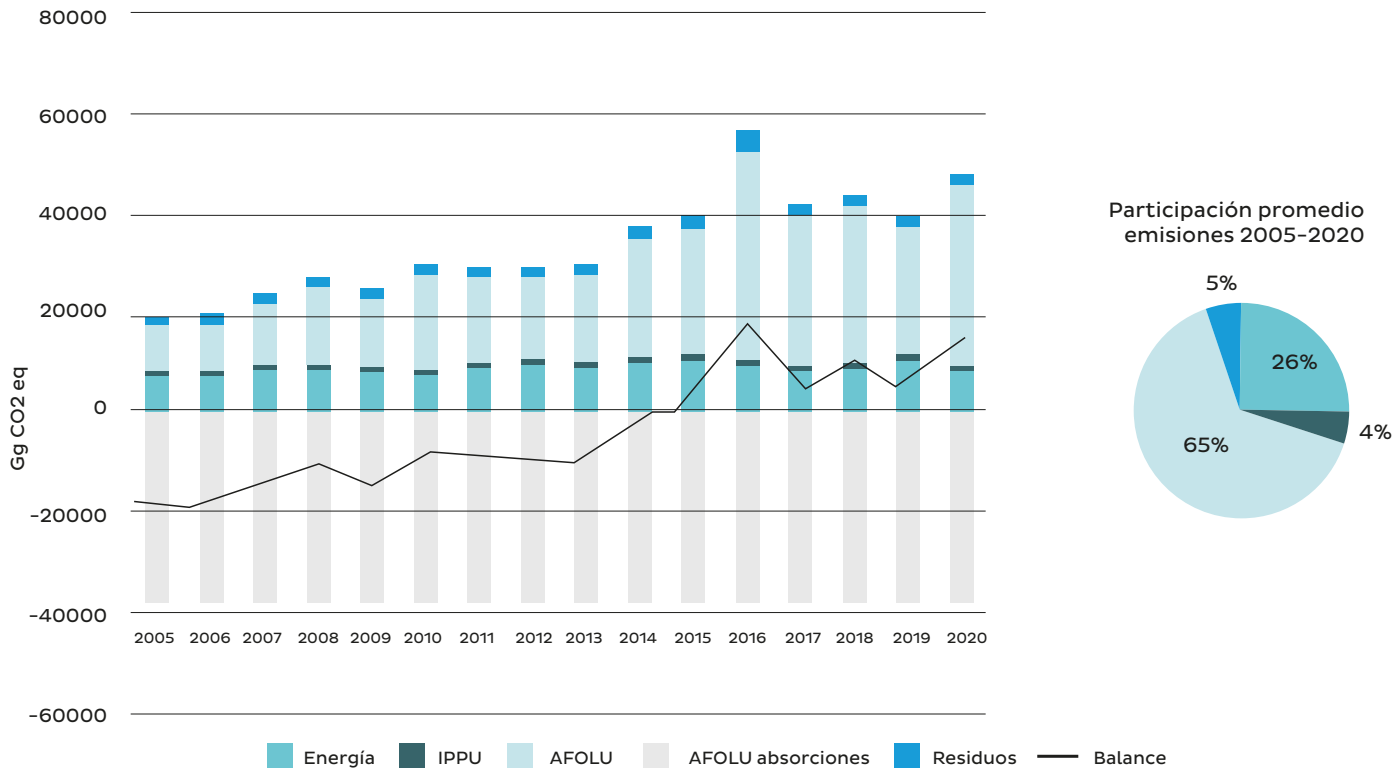


Figura 1.5 Emisiones y absorciones GEI por sector IPCC serie temporal 2005 – 2020 (Gg de CO2 eq)

Tabla 1.5 Emisiones GEI por sector IPCC serie temporal 2005 – 2020 (Gg de CO2 eq)

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energía	7.448	7.217	8.973	9.014	8.282	9.159	9.439	9.103	9.334	10.083	9.236	8.665	8.055	9.328	7.999
IPPU	540	649	676	685	666	1.081	1.318	1.021	1.611	1.566	1.675	1.765	1.984	2.192	1.828
AFOLU	9.666	10.391	12.397	15.823	14.066	16.969	16.348	17.887	24.729	25.891	43.604	29.593	31.594	25.485	36.194
Residuos	1.495	1.554	1.572	1.622	1.647	1.775	1.897	1.563	1.585	1.613	1.551	1.602	1.637	1.659	1.624
<b>Total emisiones</b>	<b>19.150</b>	<b>19.811</b>	<b>23.618</b>	<b>27.145</b>	<b>24.660</b>	<b>28.984</b>	<b>29.001</b>	<b>29.573</b>	<b>37.259</b>	<b>39.153</b>	<b>56.066</b>	<b>41.625</b>	<b>43.269</b>	<b>38.664</b>	<b>47.645</b>
AFOLU absorciones	-	-	-	-	-	-37.971	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Balance</b>	<b>18.485</b>	<b>17.995</b>	<b>14.088</b>	<b>10.602</b>	<b>12.945</b>	<b>-8.987</b>	<b>-9.195</b>	<b>-8.929</b>	<b>-1.147</b>	<b>2.147</b>	<b>19.280</b>	<b>5.990</b>	<b>9.736</b>	<b>6.777</b>	<b>16.575</b>

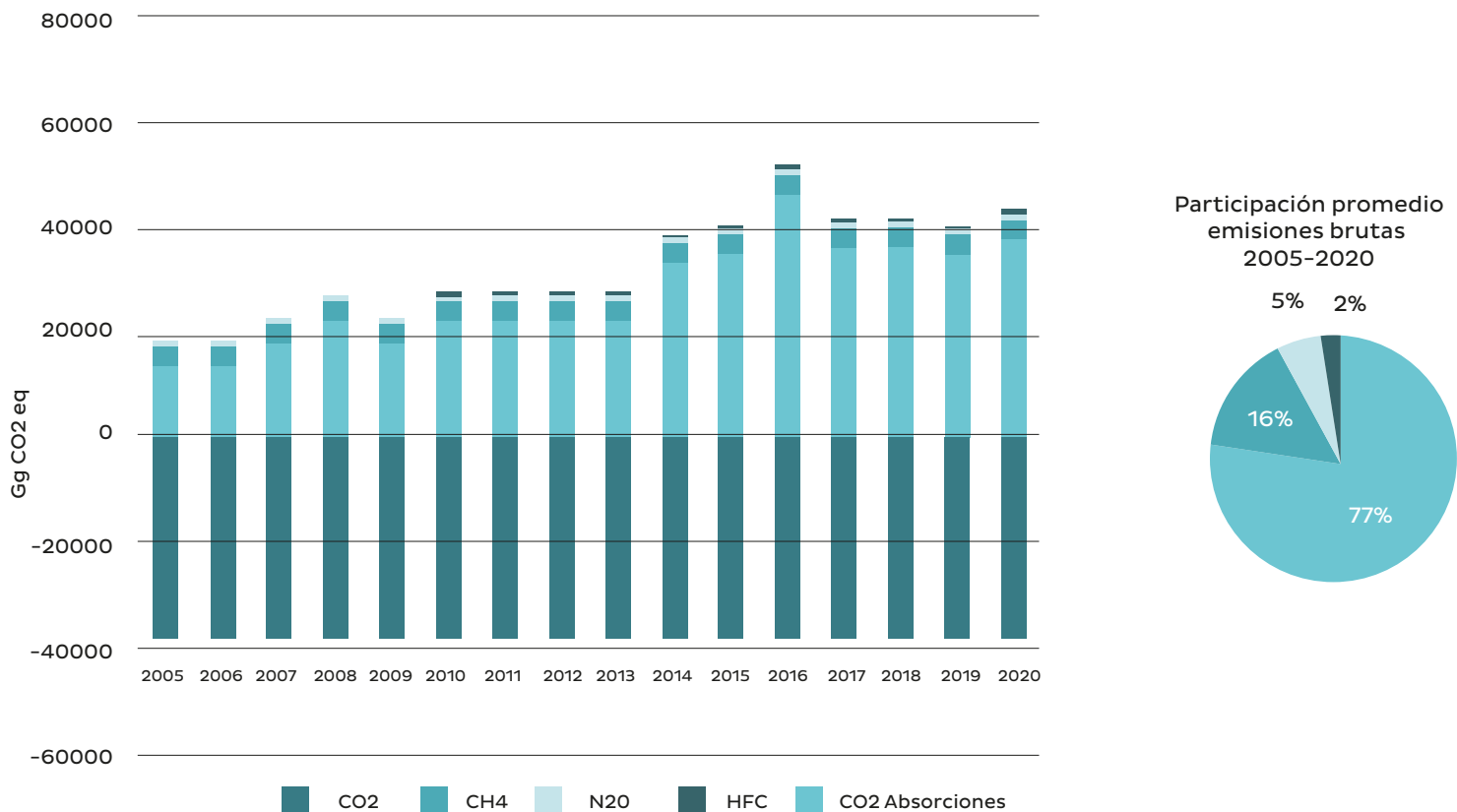


Figura 1.6 Valores de las emisiones para cada GEI serie temporal 2005 – 2020 (Gg de CO2 eq) y participación promedio bruta

Tabla 1.6 Valores de las emisiones para cada GEI serie temporal 2005 – 2020 (Gg de CO2 eq)

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub>	11.400	11.910	15.655	18.977	16.793	21.879	21.204	21.597	22.671	29.770	31.921	48.509	33.952	34.957	30.418
CH <sub>4</sub>	5.986	6.056	6.137	6.291	5.976	5.718	5.574	5.285	4.924	4.955	4.942	5.071	4.882	5.163	5.183
N <sub>2</sub> O	1.764	1.846	1.826	1.877	1.892	1.563	1.826	1.599	1.681	1.744	1.539	1.647	1.859	1.985	1.707
HFC	-	-	-	-	-	407	381	520	296	791	752	838	931	1.165	1.356
CO <sub>2</sub> absorciones	-37.634	-37.807	-37.706	-37.747	-37.605	-38.188	-37.971	-38.196	-38.503	-38.406	-37.006	-36.786	-35.635	-33.534	-31.887



Al analizar el crecimiento de las emisiones en el tiempo, la diferencia entre el total emitido en el año 2005 y el año 2020, se observa un incremento del 24% de las emisiones. Sin embargo, esta diferencia es importante analizarla por sector, dado que no todas los sectores y categorías se empezaron a estimar el mismo año. Con el tiempo Honduras ha mejorado el proceso de recopilación de datos de actividad, por lo tanto, actualmente es posible incluir en los inventarios GEI fuentes de emisión de las cuales antes no se tenía información disponible.

Durante la serie temporal el crecimiento compuesto anual fue del 7,56%. En el año 2016 se presenta un aumento significativo de las emisiones debido a actividades de deforestación en la subcategoría 3B3bi - Tierras forestales convertidas en pastizales con un valor de 25.079,65 Gg CO<sub>2</sub> eq. Este valor es el registro más alto evidenciado en la serie temporal, un aumento de 113% respecto a la cifra de emisiones del año 2015 (11.792,49 Gg CO<sub>2</sub> eq) en esta subcategoría.

Las absorciones presentan un decrecimiento anual del 1,25% durante la serie temporal. Este decrecimiento se evidencia en gran medida en la subcategoría 3B1a - Tierras forestales que permanecen como tales, la cual representa en promedio el 96% de las absorciones totales de toda la serie. En esta subcategoría las absorciones del año 2005 registraron -37.141,30 Gg CO<sub>2</sub> eq y para el año 2020, -26.753,82 Gg CO<sub>2</sub> eq. Sin embargo, las absorciones de las subcategorías 3B1b - Tierras convertidas en tierras forestales y 3B2b - Tierras convertidas en tierras de cultivo presentan aumentos, siendo el año 2016 y 2017 los años de mayor incremento registrados, -3.216,31 Gg CO<sub>2</sub> eq en el año 2016 para la subcategoría 3B1b y -1729,20 Gg CO<sub>2</sub> eq en el año 2017 para la subcategoría 3B2b.

El GEI con mayor participación en el promedio de la serie temporal es el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), este gas presenta un crecimiento compuesto del 10,61% durante los años 2005-2020. Las mayores emisiones de este gas se dan en las subcategorías 3B3 - Pastizales, 3B1 - Tierras forestales. 3B2 - Tierras de cultivo y 1A3 - Transporte.

En el caso del Metano (CH<sub>4</sub>), se evidencia un ligero decrecimiento del 0,76% durante la serie temporal del inventario, las actividades fuentes de emisión más representativas para este gas son: 3A1 - Fermentación entérica, 4D1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas y 1A4 - Otros sectores.

El Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) evidencia un crecimiento compuesto de 1,72% durante los años 2005-2020, la subcategoría con mayor participación en las emisiones de este gas son 3C4 - Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (65%) y 3C5 - Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (17%).

Los hidrofluorocarbonos (HFC) son estimados a partir del año 2010, debido a la disponibilidad de información para la Subcategoría 2F1 - Refrigeración y aire acondicionado. Durante los años 2010-2020 esta subcategoría evidencia un crecimiento compuesto de 18,80%, los gases con mayor participación son HFC\_134ae (41%), HFC\_143ae (28%) y HFC\_125e (28%).

## 1.4 Análisis de categorías clave

La identificación de categorías principales desempeña un papel crucial al priorizar la asignación de recursos limitados en la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero (GEI). Estas categorías principales son aquellas a las que se les da prioridad en el inventario debido a la significativa influencia de las emisiones o absorciones resultantes de estas actividades en términos absolutos, tendencia e incertidumbre.

Es una práctica recomendada dirigir los recursos disponibles para mejorar datos y métodos hacia las categorías identificadas como principales. Para estas categorías, se deberían seleccionar métodos más detallados de nivel superior. Cualquier categoría principal en la que no se pueda utilizar el método de buenas prácticas debe tener prioridad para las futuras mejoras del inventario de GEI. Adicionalmente, es una buena práctica prestar atención adicional a las categorías principales con respecto al aseguramiento de la calidad y al control de calidad.



Considerando que se disponen de estimaciones específicas de incertidumbre a nivel nacional para cada categoría, se puede determinar la importancia de las categorías clave al evaluar su nivel y tendencia mediante los métodos 1 y 2. La evaluación de nivel estima el grado de peso porcentual que tiene una categoría dentro de todo el inventario, mientras que la evaluación de la tendencia busca estimar el impacto de una categoría en la tendencia de la serie temporal de emisiones del inventario.

Tanto el método 1 como el método 2 incorporan la evaluación por nivel y tendencia. Sin embargo, el método 2 va un paso más allá al integrar tanto las emisiones como las estimaciones de incertidumbre en los cálculos, ampliando la perspectiva al considerar la variabilidad y confiabilidad de las estimaciones. Esto mejora la precisión de la evaluación de las categorías principales en el contexto del inventario de gases de efecto invernadero.

Para el inventario de Honduras se realizó el cálculo de las categorías clave empleado los métodos 1 y 2. Los cálculos se llevaron a cabo siguiendo las pautas establecidas en el Volumen 1, Capítulo 4 de las guías IPPC de 2006. El listado de las categorías clave que fueron identificadas se presentan en la Tabla 1.7. Mientras que los resultados específicos de cada uno de los métodos de identificación de categorías clave pueden ser consultados de la Tabla 1.8 a la Tabla 1.11.

Tabla 1.7. Resumen del análisis de categorías clave

Código de la categoría del IPPC	Categoría IPCC	GEI	Criterios de identificación*
1A1	1A1 - Industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	N1,T1
1A2	1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	CO <sub>2</sub>	N1,T1,T2
1A3b	1A3b - Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	N1,T1
1A4	1A4 - Otros sectores	CH <sub>4</sub>	T1,N2,T2
2A1	2A1 - Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	N1
2F1	2F1 - Refrigeración y aire acondicionado	HFC	N1,T1
3A1	3A1 - Fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	N1,T1,N2,T2
3B1a	3B1a - Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	N1,T1,N2,T2
3B1b	3B1b - Tierras convertidas en tierras forestales	CO <sub>2</sub>	N1,T1
3B2b	3B2b - Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	N1,T1,N2
3B3b	3B3b - Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	N1,T1,N2,T2
3B4b	3B4b - Tierras convertidas en humedales	CO <sub>2</sub>	N1,T1
3B5b	3B5b - Tierras convertidas en asentamientos	CO <sub>2</sub>	N1
3C4	3C4 - Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	N1,T1,N2,T2
3C5	3C5 - Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	N2
4D	4D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH <sub>4</sub>	N1,T1
4D	4D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N <sub>2</sub> O	N2,T2

\*La notación de los criterios de identificación hace referencia a método 1 - nivel (N1), método 2 - nivel (N2), método 1 - tendencia (T1) y método 2 - tendencia (T2).

Tabla 1.8 Resultados categorías clave método 1 - nivel

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO <sub>2</sub> eq)	Ex,t  (Gg CO <sub>2</sub> eq)	L <sub>x,t</sub>	Total acumulativo
3B1a - Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-25.369,06	25.369,060	34,2146%	34,2146%
3B3b - Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	24.922,195	24.922,195	33,6119%	67,8265%
1A3b - Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	3.452,2995	3.452,299	4,6560%	72,4826%
3B1b - Tierras convertidas en tierras forestales	CO <sub>2</sub>	-2.943,274	2.943,274	3,9695%	76,4521%
3A1 - Fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	2.862,7953	2.862,795	3,8610%	80,3131%
1A1 - Industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	2.341,7784	2.341,778	3,1583%	83,4714%
3B2b - Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	1.729,7764	1.729,776	2,3329%	85,8043%
3C4 - Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	1.353,7987	1.353,799	1,8258%	87,6301%
4D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH <sub>4</sub>	1.250,3925	1.250,393	1,6864%	89,3165%
3B4b - Tierras convertidas en humedales	CO <sub>2</sub>	1.025,9401	1.025,940	1,3837%	90,7001%
2F1 - Refrigeración y aire acondicionado	HFC	1.014,4532	1.014,453	1,3682%	92,0683%
3B5b - Tierras convertidas en asentamientos	CO <sub>2</sub>	843,05287	843,053	1,1370%	93,2053%
1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	CO <sub>2</sub>	817,3932	817,393	1,1024%	94,3077%
2A1 - Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	692,67886	692,679	0,9342%	95,2419%

Tabla 1.9 Resultados categorías clave método 1 - tendencia

Subcategoría IPCC	GEI	E <sub>x,0</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	E <sub>x,t</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	T <sub>x,t</sub>	Contribución a la tendencia	Total acumulativo
3B1a - Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-35.890,45	-25.369,06	1,0587	51,5421%	51,5421%
3B3b - Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	2.529,84	24.922,20	0,3272	15,9323%	67,4744%
3A1 - Fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	3.945,39	2.862,80	0,1579	7,6895%	75,1638%
1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	CO <sub>2</sub>	2.149,31	817,39	0,0998	4,8596%	80,0235%
1A1 - Industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	2.017,59	2.341,78	0,0645	3,1390%	83,1625%
3B1b - Tierras convertidas en tierras forestales	CO <sub>2</sub>	-287,94	-2.943,27	0,0593	2,8894%	86,0518%
1A3b - Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	2.172,23	3.452,30	0,0521	2,5382%	88,5901%
3C4 - Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	1.176,78	1.353,80	0,0378	1,8417%	90,4318%
3B2b - Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	-167,14	1.729,78	0,0294	1,4299%	91,8617%
4D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH <sub>4</sub>	855,33	1.250,39	0,0226	1,0979%	92,9596%
3B4b - Tierras convertidas en humedales	CO <sub>2</sub>	0,00	1.025,94	0,0190	0,9271%	93,8867%
2F1 - Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,00	1.014,45	0,0188	0,9167%	94,8035%
1A4 - Otros sectores	CH <sub>4</sub>	467,44	489,48	0,0159	0,7752%	95,5787%



Tabla 1.10. Resultados categorías clave método 2 - nivel

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO <sub>2</sub> eq)	Ex,t  (Gg CO <sub>2</sub> eq)	LU <sub>x,t</sub>	Total acumulativo
3B1a - Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-25.369,06	25.369,06	40,6973%	40,6973%
3B3b - Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	24.922,20	24.922,20	25,4051%	66,1024%
3C4 - Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	1.353,80	1.353,80	11,3016%	77,4040%
1A4 - Otros sectores	CH <sub>4</sub>	489,48	489,48	3,8101%	81,2141%
4D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N <sub>2</sub> O	32,84	32,84	3,4430%	84,6572%
3C5 - Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	362,34	362,34	2,6442%	87,3013%
3A1 - Fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	2.862,80	2.862,80	2,4329%	89,7342%
3B2b - Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	1.729,78	1.729,78	1,1297%	90,8639%

Tabla 1.11. Resultados categorías clave método 2 - tendencia

Subcategoría IPCC	GEI	E <sub>x,0</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	E <sub>x,t</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	TU <sub>x,t</sub>	Contribución a la tendencia	Total acumulativo*
3B1a - Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-35.890,45	-25.369,06	0,7938	56,0004%	56,0004%
3B3b - Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	2.529,84	24.922,20	0,1559	10,9997%	67,0001%
3C4 - Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	1.176,78	1.353,80	0,1476	10,4132%	77,4133%
3A1 - Fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	3.945,39	2.862,80	0,0627	4,4258%	81,8391%
1A4 - Otros sectores	CH <sub>4</sub>	467,44	489,48	0,0579	4,0869%	85,9260%
4D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N <sub>2</sub> O	29,91	32,84	0,0485	3,4245%	89,3505%
1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	CO <sub>2</sub>	2.149,31	817,39	0,0313	2,2084%	91,5589%



## 1.5 Evaluación general de la incertidumbre

Es esencial comprender y comunicar las incertidumbres en los procesos de un Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). El análisis de incertidumbre se presenta como una herramienta valiosa para evaluar la calidad del inventario y dirigir los esfuerzos hacia la reducción de dicha incertidumbre. Antes de realizar el análisis de incertidumbre, es crucial evaluar la incertidumbre de los datos de actividad, factores de emisión y otros parámetros esenciales para la estimación de emisiones.

Los datos de actividad utilizados en el inventario carecían de evaluaciones de incertidumbre, por lo cual fue necesario asignar rangos por medio del concepto experto. Estos rangos se determinaron considerando la completitud de los datos, la información cualitativa sobre la calidad proporcionada por los proveedores y los rangos sugeridos en las guías del IPPC, entre otras variables.

Se asignó un valor simétrico de incertidumbre entre 5% y 100% para los datos de actividad, considerando que, a mayor calidad de la información, menor fue la incertidumbre asignada. Además, se asume que el valor de incertidumbre asignado está delimitado por los percentiles 2,5 y 97,5 de una función de densidad de probabilidad normal.

Los factores de emisión utilizados para el inventario provienen en su totalidad de las directrices del IPPC. Estos factores se encuentran bien documentados, siendo posible conocer los rangos mínimos y máximos de cada factor. A partir de estos rangos se estimaron los intervalos de incertidumbre. Sin embargo, para los casos en donde no fue posible estimar la incertidumbre por la ausencia de un rango, se tomó la incertidumbre sugerida en las directrices.

Una vez se contaba con la incertidumbre de todas las variables del inventario, se procedió a combinarlas para conocer las incertidumbres de las emisiones del inventario del año 2020. La combinación fue realizada de manera híbrida, es decir, se empleó tanto la metodología de propagación de error como la de simulaciones de Monte Carlo. Para las ecuaciones de estimación de emisiones con operaciones exclusivamente multiplicativas, se utilizó la propagación de error para la estimación de la incertidumbre. Mientras que las emisiones que fueron calculadas por medio de modelos matemáticos se utilizó las simulaciones de Monte Carlo.

Para los valores de incertidumbre estimados por propagación de error, se realizó una corrección de grandes incertidumbres y asimetría, siguiendo la metodología de la sección 3.7.3 del volumen 1, capítulo 3 de las guías IPPC del 2006.

Es importante destacar que la evaluación y análisis de incertidumbre se realizaron exclusivamente para los módulos de energía, industria, residuos y ganadería, ya que para estos no se contaba con cálculos de incertidumbre. Para el módulo de tierras, se utilizaron los resultados de incertidumbre reportados en la "Propuesta de Nivel de Referencia de Emisiones/Nivel de Referencia 2016-2020" (Gobierno de Honduras, 2023).



### 1.5.1 Incertidumbre de la tendencia

La metodología usada para el cálculo de la tendencia corresponde a la de la sección 3.2.3.1 del volumen 1, capítulo 3 de las guías IPPC del 2006. Para el cálculo se tomó el año base como el 2005 y el año t como el 2020. Así mismo, para la agrupación de las incertidumbres a niveles de agregación mayor, se utilizó la propagación de error.

Los resultados de la incertidumbre de la tendencia se presentan en la Tabla 1.12. Entre el 2005 al 2020 las emisiones pasaron de -18868 Gg a 16647 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, este cambio en términos relativos se expresa en -188,32%. La incertidumbre de la tendencia fue de 170,45%, por tanto, la tendencia 2005-2020 es de -188,32% ±170,45%. Es decir, que la tendencia para el inventario de Honduras puede ser tanto negativa (-358,77%), como positiva (+17,89%). La alta incertidumbre asociada a la tendencia se debe principalmente a que las emisiones netas pasaron de un valor negativo en 2005 a un valor positivo en 2020. Adicionalmente, la alta incertidumbre de categorías como: Tierras forestales que permanecen como tales, Tierras convertidas en pastizales y Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados introduce una variabilidad importante sobre el comportamiento de la tendencia.

La incertidumbre de las emisiones netas de 2020 fue de -135,16% y +139,68%, distribuido de la siguiente manera por modulo IPPC: Energía (-8,36 y +23,36), IPPU (-16,55 y +16,26), AFOLU (-438,80 y +451,08) y residuos (-28,55 y +100,83). En la sección de incertidumbre de cada uno de los módulos, se profundiza sobre el comportamiento y causas de la incertidumbre reportada.

Tabla 1.12. Incertidumbre de la tendencia 2005-2020

Categoría del IPCC	GEI	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2018)	Incertidumbre datos de actividad		¿Datos de actividad correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre factores de emisión*		¿Factores de emisión correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2018)		Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	(-%)	(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)	(-%)	(+%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1A1 - Industrias de la energía	CH <sub>4</sub>	8,99	2,58	62,23	215,54	NO	0,00	0,00	SI	62,23	215,54	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,03	0,00
1A1 - Industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	2.017,59	2.341,78	9,74	9,98	NO	0,00	0,00	SI	9,74	9,98	0,02	0,02	21,87	12,41	0,00	1,73	0,03
1A1 - Industrias de la energía	N <sub>2</sub> O	12,72	4,82	63,06	218,42	NO	0,00	0,00	SI	63,06	218,42	0,00	0,00	0,09	0,03	0,00	0,05	0,00
1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	CH <sub>4</sub>	6,97	5,41	63,40	169,31	NO	0,00	0,00	SI	63,40	169,31	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,05	0,00
1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	CO <sub>2</sub>	2.149,31	817,39	31,36	31,30	NO	0,00	0,00	SI	31,36	31,30	0,02	0,02	14,40	4,33	0,00	1,92	0,04
1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	N <sub>2</sub> O	10,21	7,35	57,93	181,91	NO	0,00	0,00	SI	57,93	181,91	0,00	0,00	0,09	0,04	0,00	0,07	0,00
1A3a - Aviación civil	CH <sub>4</sub>	0,04	0,02	62,42	110,45	NO	0,00	0,00	SI	62,42	110,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A3a - Aviación civil	CO <sub>2</sub>	222,80	82,12	25,56	25,41	NO	0,00	0,00	SI	25,56	25,41	0,00	0,00	1,48	0,44	0,00	0,16	0,00
1A3a - Aviación civil	N <sub>2</sub> O	1,65	0,61	74,48	182,75	NO	0,00	0,00	SI	74,48	182,75	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
1A3b - Transporte terrestre	CH <sub>4</sub>	13,14	27,41	62,39	200,57	NO	0,00	0,00	SI	62,39	200,57	0,00	0,00	0,21	0,15	0,00	0,27	0,00
1A3b - Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	2.172,23	3.452,30	10,94	10,85	NO	0,00	0,00	SI	10,94	10,85	0,05	0,05	28,49	18,30	0,00	2,82	0,08
1A3b - Transporte terrestre	N <sub>2</sub> O	28,86	44,40	49,46	200,77	NO	0,00	0,00	SI	49,46	200,77	0,00	0,00	0,37	0,24	0,00	0,42	0,00

Categoría del IPCC	GEI	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2018)	Incertidumbre datos de actividad		¿Datos de actividad correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre factores de emisión*		¿Factores de emisión correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2018)		Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	(-%)	(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)	(-%)	(+%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1A3d - Navegación marítima y fluvial	CH <sub>4</sub>	0,00	0,49	78,12	78,17	NO	0,00	0,00	SI	78,12	78,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A3d - Navegación marítima y fluvial	CO <sub>2</sub>	0,00	194,44	60,07	60,11	NO	0,00	0,00	SI	60,07	60,11	0,00	0,00	1,03	1,03	0,00	0,88	0,01
1A3d - Navegación marítima y fluvial	N <sub>2</sub> O	0,00	1,33	72,13	183,23	NO	0,00	0,00	SI	72,13	183,23	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
1A4 - Otros sectores	CH <sub>4</sub>	467,44	489,48	83,33	363,82	NO	0,00	0,00	SI	83,33	363,82	0,06	1,14	4,78	2,59	0,00	8,20	0,67
1A4 - Otros sectores	CO <sub>2</sub>	277,13	465,32	12,19	12,99	NO	0,00	0,00	SI	12,19	12,99	0,00	0,00	3,76	2,47	0,00	0,44	0,00
1A4 - Otros sectores	N <sub>2</sub> O	59,24	62,07	79,66	290,14	NO	0,00	0,00	SI	79,66	290,14	0,00	0,01	0,61	0,33	0,00	0,86	0,01
2A1 - Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	514,16	692,68	38,48	38,48	NO	0,00	0,00	SI	38,48	38,48	0,03	0,03	6,08	3,67	0,00	2,00	0,04
2A2 - Producción de cal	CO <sub>2</sub>	0,00	72,65	30,00	30,00	NO	2	2	SI	30,07	30,07	0,00	0,00	0,39	0,39	0,01	0,16	0,00
2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	CO <sub>2</sub>	26,21	48,40	77,93	76,49	NO	0,00	0,00	SI	77,93	76,49	0,00	0,00	0,38	0,26	0,00	0,28	0,00
2F1 - Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,00	1.014,45	13,46	12,25	NO	0,00	0,00	SI	13,46	12,25	0,01	0,01	5,38	5,38	0,00	0,98	0,01
3A1 - Fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	3.945,39	2.862,80	39,72	39,72	NO	0,00	0,00	SI	39,72	39,72	0,47	0,47	33,69	15,17	0,00	8,52	0,73
3A2 - Gestión de estiércol	CH <sub>4</sub>	116,65	100,63	19,20	19,20	NO	0,00	0,00	SI	19,20	19,20	0,00	0,00	1,08	0,53	0,00	0,14	0,00

Categoría del IPCC	GEI	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2018)	Incertidumbre datos de actividad		¿Datos de actividad correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre factores de emisión*		¿Factores de emisión correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2018)		Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	(-%)	(+%)		SI/NO	(-%)		(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)					
3A2 - Gestión de estiércol	N <sub>2</sub> O	95,04	87,06	52,12	63,53	NO	0,00	0,00	SI	52,12	63,53	0,00	0,00	0,91	0,46	0,00	0,38	0,00
3B1a - Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-35.890,45	-25.369,06	74,98	74,98	NO	0,00	0,00	SI	74,98	74,98	130,55	130,55	296,65	134,46	0,00	142,57	203,26
3B1b - Tierras convertidas en tierras forestales	CO <sub>2</sub>	-287,94	-2.943,27	15,67	15,67	NO	0,00	0,00	SI	15,67	15,67	0,08	0,08	16,94	15,60	0,00	3,46	0,12
3B2a - Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-26,17	-437,44	29,42	29,42	NO	0,00	0,00	SI	29,42	29,42	0,01	0,01	2,44	2,32	0,00	0,96	0,01
3B2b - Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	-167,14	1.729,78	30,53	30,53	NO	0,00	0,00	SI	30,53	30,53	0,10	0,10	8,39	9,17	0,00	3,96	0,16
3B3a - Pastizales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	20,72	49,73	146,75	146,75	NO	0,00	0,00	SI	146,75	146,75	0,00	0,00	0,36	0,26	0,00	0,55	0,00
3B3b - Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	2.529,84	24.922,20	47,64	47,64	NO	0,00	0,00	SI	47,64	47,64	50,87	50,87	144,11	132,09	0,00	89,00	79,21
3B4b - Tierras convertidas en humedales	CO <sub>2</sub>	0,00	1.025,94	32,35	32,35	NO	0,00	0,00	SI	32,35	32,35	0,04	0,04	5,44	5,44	0,00	2,49	0,06
3B5b - Tierras convertidas en asentamientos	CO <sub>2</sub>	24,55	843,05	11,80	11,80	NO	0,00	0,00	SI	11,80	11,80	0,00	0,00	4,58	4,47	0,00	0,75	0,01
3C1 - Emisiones de GHG por quemado de biomasa	CH <sub>4</sub>	126,73	322,79	16,95	16,95	NO	0,00	0,00	SI	16,95	16,95	0,00	0,00	2,30	1,71	0,00	0,41	0,00
3C1 - Emisiones de	N <sub>2</sub> O	40,97	96,87	15,37	15,37	NO	0,00	0,00	SI	15,37	15,37	0,00	0,00	0,70	0,51	0,00	0,11	0,00

Categoría del IPCC	GEI	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2018)	Incertidumbre datos de actividad		¿Datos de actividad correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre factores de emisión*		¿Factores de emisión correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2018)		Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	(-%)	(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)	(-%)	(+%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
GHG por quemado de biomasa																		
3C2 - Encalado	CO <sub>2</sub>	0,00	4,45	50,86	31,77	NO	0,00	0,00	SI	50,86	31,77	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00
3C3 - Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	18,39	69,86	10,00	10,00	NO	50	0,00	SI	50,99	10,00	0,00	0,00	0,46	0,37	0,11	0,05	0,00
3C4 - Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	1176,78	1353,80	59,84	390,17	NO	0,00	0,00	SI	59,84	390,17	0,24	10,07	12,69	7,18	0,00	22,83	5,21
3C5 - Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	283,05	362,34	80,73	341,07	NO	0,00	0,00	SI	80,73	341,07	0,03	0,55	3,24	1,92	0,00	5,73	0,33
3C6 - Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol	N <sub>2</sub> O	15,44	15,59	48,31	110,44	NO	0,00	0,00	SI	48,31	110,44	0,00	0,00	0,15	0,08	0,00	0,09	0,00
3C7 - Cultivo de arroz	CH <sub>4</sub>	10,17	26,54	49,08	78,07	NO	0,00	0,00	SI	49,08	78,07	0,00	0,00	0,19	0,14	0,00	0,13	0,00
4A - Eliminación de desechos sólidos	CH <sub>4</sub>	33,97	163,75	62,94	82,12	NO	0,00	0,00	SI	62,94	82,12	0,00	0,01	1,03	0,87	0,00	0,89	0,01
4C - Incineración e incineración abierta de desechos	CH <sub>4</sub>	66,11	85,69	76,97	186,95	NO	0,00	0,00	SI	76,97	186,95	0,00	0,01	0,76	0,45	0,00	0,85	0,01
4C - Incineración e incineración abierta de desechos	CO <sub>2</sub>	117,20	151,92	77,77	192,15	NO	0,00	0,00	SI	77,77	192,15	0,01	0,03	1,35	0,81	0,00	1,54	0,02



Categoría del IPCC	GEI	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2018)	Incertidumbre datos de actividad		¿Datos de actividad correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre factores de emisión*		¿Factores de emisión correlacionados a través de la serie?	Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2018)		Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	(-%)	(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)	SI/NO	(-%)	(+%)	(-%)	(+%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
4C - Incineración e incineración abierta de desechos	N <sub>2</sub> O	8,93	11,58	74,39	171,61	NO	0,00	0,00	SI	74,39	171,61	0,00	0,00	0,10	0,06	0,00	0,11	0,00
4D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH <sub>4</sub>	855,33	1.250,39	36,18	36,29	NO	0,00	0,00	SI	36,18	36,29	0,07	0,07	10,63	6,63	0,00	3,40	0,12
4D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N <sub>2</sub> O	29,91	32,84	93,52	4900,19	NO	0,00	0,00	SI	93,52	4900,19	0,00	0,93	0,31	0,17	0,00	6,15	0,38
TOTAL NACIONAL		-18.868	16.647									182,67	195,09					290,52
						Porcentaje de Incertidumbre del inventario total						135,1	139,6	Porcentaje de incertidumbre en la tendencia				170,45





## Bibliografía

CMNUCC. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Río de Janeiro. From <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Gobierno de Honduras. (2023). Propuesta de Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestal 2016-2020 From [https://redd.unfccc.int/files/nref\\_nrf\\_hn2023\\_vf.pdf](https://redd.unfccc.int/files/nref_nrf_hn2023_vf.pdf)

IPCC. (2014). Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland. From <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

IPCC. (2023). In IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writting Team, H. Lee and J. Romero (eds.)] (pp. 1-34). Geneva, Switzerland. doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

La Gaceta. (2010). Decreto Ejecutivo Número PCM-022-2010. From <https://faolex.fao.org/docs/pdf/hon131940.pdf>

La Gaceta. (2013). Acuerdo No. 1203-2013. From <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/Acuerdo-1203-2013-Reglamento-Operativo-y-Funcional-Comite-Interinstitucional-Cambio-Climatico.pdf>

La Gaceta. (2013). Decreto No. 297-2013 - Ley de Cambio Climático. From <https://faolex.fao.org/docs/pdf/hon148582.pdf>

SERNA. (2000). Primera Comunicación de Honduras a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Tegucigalpa. From <https://unfccc.int/resource/docs/natc/honnc1.pdf>



Secretaría de  
Recursos Naturales  
y Ambiente

# 2

## Módulo de Energía

Informe del Inventario Nacional  
de Gases de Efecto Invernadero  
2016-2020 de Honduras



## Contenido

2.1 Panorama general del sector energía.....	41
2.1.1 Descripción del sector.....	41
2.1.2 Tendencia de los GEI del sector.....	41
2.1.3 Aspectos metodológicos generales del sector.....	44
2.2 Nuevos cálculos del sector energía.....	46
2.3 Incertidumbre específica del sector energía.....	47
2.4 Actividades de GCCV del sector energía.....	48
2.5 Industrias de la energía.....	48
2.5.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	48
2.5.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	50
2.6 Industrias manufactureras y de la construcción.....	52
2.6.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	52
2.6.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	54
2.6.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	56
2.7 Transporte.....	56
2.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	56
2.7.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	57
2.7.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	60
2.8 Otros sectores.....	61
2.8.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	61
2.8.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	62
2.8.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	64
Bibliografía.....	65

## Lista de figuras

Figura 2.1. Sector Energía: emisiones de GEI por categoría (Gg CO <sub>2</sub> eq), serie 2005-2020.....	44
Figura 2.2. Análisis de sensibilidad para el módulo energía.....	48
Figura 2.3. Sector Energía – Industrias de la energía: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005-2020.....	49
Figura 2.6. Sector Energía – Otros sectores: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005-2020.....	62



## Lista de tablas

Tabla 2.1. Sector Energía: emisiones por GEI, por categoría y subcategoría (Gg CO2 eq) para 2020	42
Tabla 2.2. Sector Energía: Emisiones de GEI por categoría (Gg CO2 eq)	43
Tabla 2.3. Sector Energía: Emisiones por cada GEI (Gg CO2 eq), serie 2016-2020	44
Tabla 2.4. Sector Energía: métodos aplicados por subcategoría	45
Tabla 2.5. Sector energía: comparación entre emisiones de GEI (Gg CO2 eq) del inventario 2005-2015 (BUR1) y el inventario 2005-2020 (BUR2)	46
Tabla 2.6. Resultados del análisis de incertidumbre para el módulo de energía	47
Tabla 2.7. Sector Energía – Industrias de la energía: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2016-2020	49
Tabla 2.8. Sector Energía – Datos de actividad industrias de la energía	50
Tabla 2.9. Sector Energía – Industrias de la energía: Factores de emisión empleados en el cálculo	51
Tabla 2.10. Plan de mejora – Industrias de la energía	52
Figura 2.4. Sector Energía – Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005-2020	53
Tabla 2.11. Sector Energía – Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2016-2020	53
Tabla 2.12. Sector Energía – Datos de actividad industrias manufactureras y de la construcción	54
Tabla 2.13. Sector Energía – Industrias manufactureras y de la construcción: Factores de emisión empleados en el cálculo	55
Tabla 2.14. Plan de mejora – Industrias manufactureras y de la construcción	56
Tabla 2.15. Sector Energía – Transporte: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2016-2020	57
Figura 2.5. Sector Energía – Transporte: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005-2020	57
Tabla 2.16. Sector Energía – Datos de actividad transporte	59
Tabla 2.17. Sector Energía – Transporte: Factores de emisión empleados en el cálculo	59
Tabla 2.18. Plan de mejora – Transporte	60
Tabla 2.19. Sector Energía – Otros sectores: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2016-2020	61
Tabla 2.20. Sector Energía – Datos de actividad otros sectores	63
Tabla 2.21. Sector Energía – Otros sectores: Factores de emisión empleados en el cálculo	63
Tabla 2.22. Plan de mejora – Otros sectores	64
Tabla 2.23. Aplicación del método de referencia para el año 2020	68



## CAPÍTULO 2: MÓDULO DE ENERGÍA

2

Módulo de energía

### 2.1 Panorama general del sector energía

#### 2.1.1 Descripción del sector

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, en el Sector Energía se reportan las emisiones asociadas con tres categorías: 1A Actividades de quema de combustible; 1B Emisiones fugitivas proveniente de la fabricación de combustibles y 1C Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Sin embargo, en el INGEI de Honduras en la serie temporal 2005 – 2020, las categorías 1B y 1C no se incluyen puesto que en Honduras no se fabrican combustibles (se importan) y además, no se desarrollan actividades de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

En Honduras, para el año 2020 el sector Energía aportó al 20,9% del total de las emisiones del país. La categoría y subcategorías estimadas para el presente informe:

1A Actividades de quema de combustible: en esta categoría se estiman las emisiones debidas al consumo de combustibles en industrias de la energía (1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal). También en las industrias manufactureras y de la construcción (categoría 1A2). Adicionalmente, las emisiones generadas por la combustión móvil en el transporte aéreo, terrestre y marítimo (categoría 1A3). Finalmente, las emisiones debidas a la combustión estacionaria en los sectores comercial e institucional (1A4a) y el sector residencial (1A4b).

#### 2.1.2 Tendencia de los GEI del sector

Las emisiones del módulo energía para el año 2020 corresponden a 7.999,31 Gg CO<sub>2</sub>eq, de los cuales el 92% corresponde a CO<sub>2</sub>, el 7% a CH<sub>4</sub> y el 2% a N<sub>2</sub>O. En la Tabla 2.1 se reportan las emisiones de GEI directos en Gg por subcategoría. Del total de emisiones del sector energía, en el año 2020 el 48% se debe a las actividades de transporte, principalmente al transporte terrestre. Seguido de las emisiones en industrias de la energía que aporta 29%, esto debido al consumo de combustibles en la producción de energía en centrales eléctricas. En conjunto, los sectores comercial e institucional aportan al 13%, e industrias manufactureras y de la construcción aportan el 10% restante.



Tabla 2.1. Sector Energía: emisiones por GEI, por categoría y subcategoría (Gg CO2 eq) para 2020

2

Módulo de energía

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	Gg CO <sub>2</sub> eq
<b>1</b>	<b>Energía</b>	<b>7.353,35</b>	<b>18,76</b>	<b>0,46</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NA</b>	<b>7.999,31</b>
1A	Actividades de quema de combustible	7.353,35	18,76	0,46	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	7.999,31
1A1	Industrias de la energía	2.341,78	0,09	0,02	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	2.349,17
1A1a	Producción de electricidad y calor como actividad principal	2.341,78	0,09	0,02	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	2.349,17
1A1b	Refinación de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	817,39	0,19	0,03	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	830,15
1A3	Transporte	3.728,86	1,00	0,17	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	3.803,12
1A3a	Aviación civil	82,12	0,00	0,00	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	82,74
1A3aai	Aviación de cabotaje	82,12	0,00	0,00	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	82,74
1A3b	Transporte terrestre	3.452,30	0,98	0,17	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	3.524,11
1A3c	Ferrocarriles	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	NO
1A3d	Navegación marítima y fluvial	194,44	0,02	0,01	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	196,26
1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	194,44	0,02	0,01	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	196,26
1A3e	Otro tipo de transporte	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	NE
1A4	Otros sectores	465,32	17,48	0,23	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	1.016,87
1A4a	Comercial / Institucional	237,25	0,02	0,00	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	238,24
1A4b	Residencial	228,07	17,46	0,23	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	778,63
1A4c	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías - Estacionaria	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA	NE
1B1	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1B2	Petróleo y gas natural	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C	Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

NOTAS: NA= NO APLICA; NE = NO ESTIMADO; NO = NO OCURRE

En la Tabla 2.2 se incluyen los resultados de emisiones de GEI del sector Energía por categoría y años incluidos en la nueva estimación del reporte (2016 – 2020). Se observa que las mayores emisiones para el periodo 2016-2020 corresponde al año 2019, año en el cual las emisiones totales fueron de 9.327,71 Gg CO<sub>2</sub> eq. Se interpreta que el cambio observado en las emisiones en este periodo se debe principalmente a la dinámica del transporte, en el año 2019 se presentó un incremento del 8,6% en el parque vehicular respecto al año 2018. Si bien el parque vehicular continuó creciendo en el año 2020; sin embargo, por efectos del COVID – 19, se redujo el consumo de combustibles, principalmente ocasionado por la parálisis del transporte público y privado, así como transporte de carga (Secretaría de energía, 2020). Por otra parte, el incremento de las emisiones en el año 2019 se relaciona con la disponibilidad hídrica del país. Honduras depende principalmente de la generación hidroeléctrica; sin embargo, en el año 2019 se reporta una temporada seca (OIM, 2021) que hace necesario compensar con generación térmica, lo que incrementa el consumo de combustibles fósiles y por ende las emisiones del sector.

Tabla 2.2. Sector Energía: Emisiones de GEI por categoría (Gg CO<sub>2</sub> eq)

Cód.	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>1</b>	<b>Energía</b>	<b>9.236,41</b>	<b>8.664,99</b>	<b>8.054,72</b>	<b>9.327,71</b>	<b>7.999,31</b>
1A1	Industrias de la energía	2.574,33	1.914,88	1.526,98	2.462,82	2.349,17
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	1.255,63	1.285,31	1.235,52	1.227,59	830,15
1A3	Transporte	4.356,56	4.345,00	4.305,26	4.671,23	3.803,12
1A4	Otros sectores	1.049,89	1.119,81	986,96	966,07	1.016,87

Ahora, al analizar los resultados de toda la serie, correspondiente al periodo 2005-2020, según se observa en la Figura 2.1, las mayores emisiones se presentan en el año 2015 lo que se atribuye al comportamiento de la demanda de combustibles en los sectores transporte e industrias manufactureras y de la construcción. En comparación con el año anterior, en el 2015 se reporta un incremento del 15% en el consumo de Jet Kerosene en aviación nacional e incremento del 13% en el consumo de combustibles en transporte terrestre. Asimismo, en las industrias manufactureras y de la construcción, en el año 2015 se registró un incremento del 29% en el consumo de combustibles, respecto al año 2014.

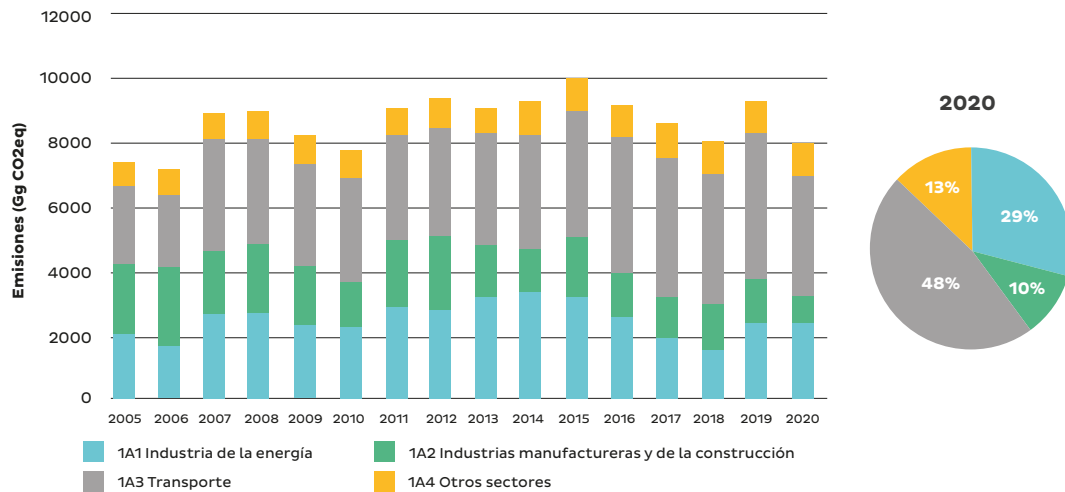


Figura 2.1. Sector Energía: emisiones de GEI por categoría (Gg CO<sub>2</sub> eq), serie 2005–2020

Posteriormente, al analizar el comportamiento de las emisiones por gas para el sector energía, en la serie temporal 2016–2020 se observa que las mayores emisiones corresponden a CO<sub>2</sub>, seguidas por el CH<sub>4</sub> y en último lugar las emisiones de N<sub>2</sub>O. Las emisiones del sector energía por cada GEI para la serie 2016–2020 se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Sector Energía: Emisiones por cada GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq), serie 2016–2020

GEI	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub>	8.385,29	8.061,60	7.402,83	8.673,08	7.353,34
CH <sub>4</sub>	24,64	17,13	18,72	18,66	18,76
N <sub>2</sub> O	0,61	0,47	0,48	0,50	0,46
Total	8.410,54	8.079,20	7.422,03	8.692,24	7.372,57

### 2.1.3 Aspectos metodológicos generales del sector

La estimación de emisiones del sector Energía fue elaborada teniendo en cuenta las Directrices del IPCC de 2006, reportando las emisiones anuales calculadas para la serie histórica 2005–2020, realizando las estimaciones de los GEI directos generados en el sector: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Se realizaron estimaciones para las categorías existentes en Honduras y para las cuales se cuenta con información para el cálculo, incluyendo estimaciones y resultados al nivel de desagregación mínimo contemplado por las Directrices del IPCC de 2006.

En la Tabla 2.4, se presentan los métodos empleados para la estimación de cada categoría del inventario del sector energía. Para el cálculo, a manera general, se aplicaron métodos de Nivel 1 (T1), con información de datos de actividad específicos del país y factores de emisión por defecto (D) del IPCC.

En la Tabla 2.4 también se reportan las categorías no estimadas (NE), las cuales corresponden a transporte todo terreno y actividades de agricultura, silvicultura, pesca y piscifactorías, debido a que no se cuenta con datos consistentes sobre el consumo de combustible en estos subsectores.



Actualmente, la Secretaría de Energía (SEN) trabaja en el levantamiento de la información de los consumos energéticos asociados, sin embargo, desde el sector se resalta la dificultad que esto trae consigo ya que por un lado las actividades agrícolas son dispersas en todo el país y recopilar los datos resulta costoso, por lo que no podría implementarse en el corto plazo.

Tabla 2.4. Sector Energía: métodos aplicados por subcategoría

Categoría	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE
1A1a - Producción de electricidad y calor como actividad principal	T1	D	T1	D	T1	D
1A1b - Refinación de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1A1c - Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	T1	D	T1	D	T1	D
1A3a - Aviación civil	T1	D	T1	D	T1	D
1A3a <sub>ii</sub> - Aviación de cabotaje	T1	D	T1	D	T1	D
1A3b - Transporte terrestre	T1	D	T1	D	T1	D
1A3c - Ferrocarriles	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1A3d <sub>ii</sub> - Navegación marítima y fluvial nacional	T1	D	T1	D	T1	D
1A3e - Otro tipo de transporte	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1A4a - Comercial / Institucional	T1	D	T1	D	T1	D
1A4b - Residencial	T1	D	T1	D	T1	D
1A4c - Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías - Estacionaria	NE	NE	NE	NE	NE	NE

NOTAS: NE = NO ESTIMADO; NO = NO OCURRE; D = FACTOR DE EMISIÓN POR DEFECTO DEL IPCC

La metodología empleada para la estimación de GEI del sector energía corresponde a la estipulada en el volumen 2 de las directrices IPCC 2006 para los inventarios nacionales de GEI. A continuación, se resumen las ecuaciones consultadas en el IPCC 2006 que fueron empleadas en el cálculo:

- Ecuación 2.1 Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria
- Ecuación 3.2.1 Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte terrestre
- Ecuación 3.5.1 Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la navegación marítima



y fluvial

– Ecuación 3.6.1 Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la aviación  
 Los principales datos de actividad empleados para la estimación de emisiones de GEI del sector energía, corresponden al consumo de combustibles en fuentes estacionarias en industrias energéticas, manufactureras, residenciales, comerciales, y fuentes móviles en actividades de transporte. En el periodo 2005-2009 la información proviene de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA); mientras que, en la actualidad, la Secretaría de Energía cuenta con datos actualizados a partir del año 2010.

## 2.2 Nuevos cálculos del sector energía

La serie temporal 2005-2020 que se describe en el presente informe implicó el recálculo para toda la serie de inventario reportado en el BUR1 (2005 – 2015) a partir de la actualización e inclusión de nuevos datos de actividad y supuestos para la reconstrucción de datos faltantes, esto debido que anteriormente se tomaban datos que proveía la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente; mientras que, en la actualidad, la Secretaría de Energía cuenta con datos actualizados a partir del año 2010.

Los nuevos cálculos para toda la serie 2005-2020 se realizaron con base en lo establecido en las Directrices del IPCC de 2006 y nuevos datos de actividad de consumo de combustibles, información disponible en el Balance de energía por medio de la plataforma sieHonduras. Además, se mejoró la consistencia de la información por medio de tratamientos estadísticos y se actualizó

el factor de emisión de CO<sub>2</sub> de gasolina, el cual presentaba inconsistencia metodológica respecto a lo estimado en el BUR1.

Por otra parte, en los nuevos cálculos se incluyó una nueva subcategoría (1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional), la cual fue estimada para el periodo 2010-2020 puesto que en este periodo se cuenta con datos de actividad requeridos para la estimación de las emisiones.

Finalmente, los nuevos cálculos permitieron actualizar los potenciales de calentamiento global (de AR2 a AR5), así como revisar algunos criterios y supuestos utilizados en el cálculo de los anteriores datos.

En la Tabla 2.5 se presentan datos que permiten observar las implicaciones/efectos que los nuevos cálculos han tenido en la tendencia de las emisiones de GEI del sector energía.

Tabla 2.5. Sector energía: comparación entre emisiones de GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) del inventario 2005-2015 (BUR1) y el inventario 2005-2020 (BUR2)

INGEI	2005	2015
BUR1	6997,43	9596,68
BUR2	7448,34	10082,50
<b>Diferencia</b>	<b>50,91</b>	<b>485,82</b>
<b>Diferencia %</b>	<b>6,4%</b>	<b>5,1%</b>

Nota: los datos del INGEI anterior fueron obtenidos del Reporte Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.



## 2.3 Incertidumbre específica del sector energía

En la Tabla 2.6 se presentan los resultados de incertidumbre del módulo de energía correspondientes al año 2020. Los cálculos se llevaron a cabo mediante la aplicación del método de propagación de errores. Adicionalmente, se procedió a corregir las incertidumbres significativas conforme a la propuesta detallada en la sección 3.7.3 del volumen 1, capítulo 3 de las directrices del IPPC de 2006. Las variabilidades en las cifras de incertidumbre, a nivel de categorías, oscilaron entre el 9,74% y el 363,62%, mientras que, para el módulo en cuestión, se situaron en un rango comprendido entre el -8,36% y el +23,36%.

Tabla 2.6. Resultados del análisis de incertidumbre para el módulo de energía

Código de la categoría del IPPC	GEI	Emisiones (Gg CO <sub>2</sub> eq)	Incertidumbre relativa inferior (%)	Incertidumbre relativa superior (%)
1A1	CH <sub>4</sub>	2,58	62,23	215,54
1A1	CO <sub>2</sub>	2341,78	9,74	9,98
1A1	N <sub>2</sub> O	4,82	63,06	218,42
1A2	CH <sub>4</sub>	5,41	63,40	169,31
1A2	CO <sub>2</sub>	817,39	31,36	31,30
1A2	N <sub>2</sub> O	7,35	57,93	181,91
1A3a	CH <sub>4</sub>	0,02	62,42	110,45
1A3a	CO <sub>2</sub>	82,12	25,56	25,41
1A3a	N <sub>2</sub> O	0,61	74,48	182,75
1A3b	CH <sub>4</sub>	27,41	62,39	200,57
1A3b	CO <sub>2</sub>	3452,30	10,94	10,85
1A3b	N <sub>2</sub> O	44,40	49,46	200,77
1A3d	CH <sub>4</sub>	0,49	78,12	78,17
1A3d	CO <sub>2</sub>	194,44	60,07	60,11
1A3d	N <sub>2</sub> O	1,33	72,13	183,23
1A4	CH <sub>4</sub>	489,48	83,33	363,82
1A4	CO <sub>2</sub>	465,60	12,19	12,98
1A4	N <sub>2</sub> O	62,07	79,66	290,14

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 2.6, se realizó un análisis de sensibilidad para identificar las categorías cuya incertidumbre tenía un efecto significativo sobre la incertidumbre global del módulo de energía. El análisis de sensibilidad implicó evaluar la variabilidad de los resultados del modelo frente a cambios en sus parámetros o variables de entrada. La metodología utilizada consistió en definir los parámetros de entrada y sus rangos, generar muestras para evaluar el modelo, y luego llevar a cabo un análisis de sensibilidad. En este análisis se calculó el índice de contribución relativa de cada variable.

En la Figura 2.2, se observa que la variabilidad en la incertidumbre del módulo de energía se atribuye principalmente a la categoría 1A4-CH<sub>4</sub>. Esta categoría presenta un extremo superior de incertidumbre notablemente elevado (363,82%), derivado de las marcadas variaciones en los factores de emisión por defecto del IPPC, los cuales exhiben un rango de incertidumbre que oscila entre el -65% y el +200%.

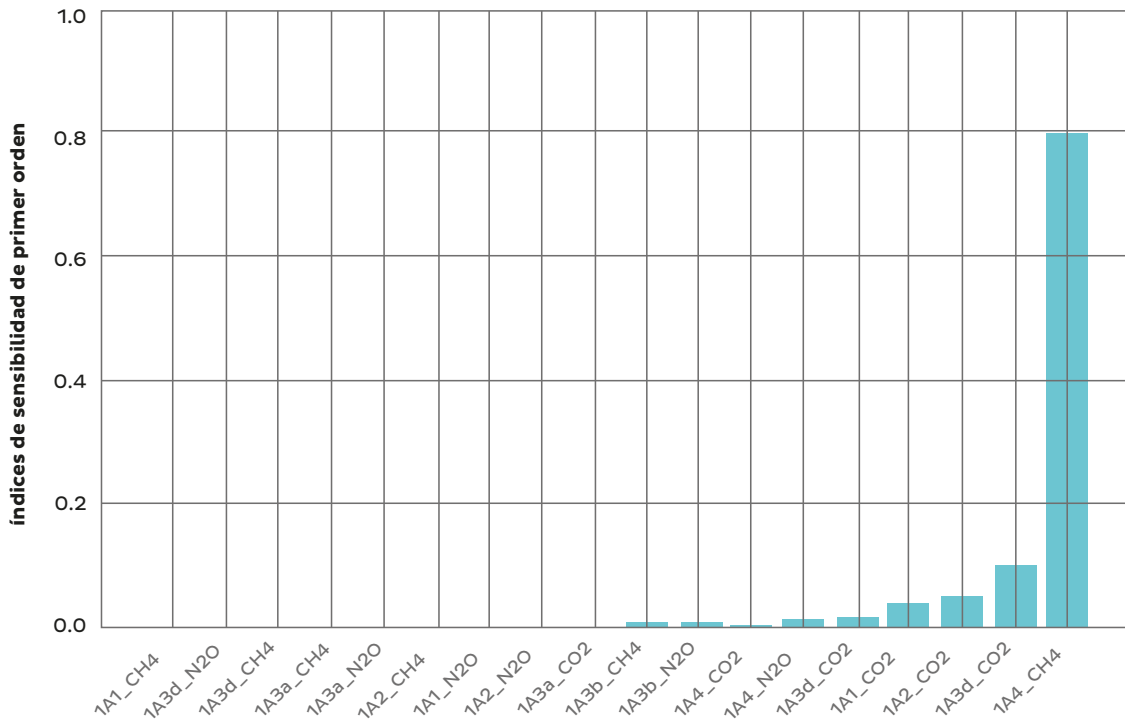


Figura 2.2. Análisis de sensibilidad para el módulo energía

## 2.4 Actividades de GCCV del sector energía

El control de la calidad se realizó a través de las siguientes actividades:

- Revisión y comparación de las bases de datos de actividad en el caso de datos históricos. Además de la revisión de la consistencia y coherencia de la serie histórica teniendo en cuenta aspectos de importación de combustibles y comportamiento de la demanda de energéticos en el país.
- Se realizaron sesiones de trabajo con el fin de comprender flujos de energía en actividades específicas del país y contar con la validación del ajuste de los datos de actividad. Dicha validación se realizó con los profesionales de la Secretaría de Energía de Honduras.
- Los factores de conversión y emisión fueron revisados y actualizados según su necesidad para cada subcategoría del módulo energía.

## 2.5 Industrias de la energía

### 2.5.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se incluyen las emisiones por quema de combustibles en industrias de generación de energía y en industrias de extracción y fabricación de combustibles; sin embargo, en Honduras no se cuenta con producción de combustibles, por lo tanto, solo se incluye:

- 1A1ai Generación de electricidad: Centrales térmicas de generación de energía eléctrica que hacen parte del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

En la Tabla 2.7 se pueden observar las emisiones en giga gramo de CO<sub>2</sub> equivalente estimadas en los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020. Para el año 2020, en esta subcategoría se generaron 2.349,17 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que equivalen al 29% del total de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente del sector energía. Al comparar las emisiones del año 2020 respecto al año 2016, se observa una reducción de 225,16 Gg de CO<sub>2</sub> eq, lo que representa un decrecimiento de 8,7%.

Tabla 2.7. Sector Energía – Industrias de la energía: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>1A1</b>	<b>Industrias de la energía</b>	<b>2.574,33</b>	<b>1.914,88</b>	<b>1.526,98</b>	<b>2.462,82</b>	<b>2.349,17</b>
1A1a	Producción de electricidad y calor como actividad principal	2.574,33	1.914,88	1.526,98	2.462,82	2.349,17

En la Figura 2.3 se muestra la tendencia de las emisiones de la categoría Industrias de la Energía para la serie histórica 2005-2020, donde se observa una tendencia de decrecimiento a partir del año 2015 hasta el año 2018. En este periodo y particularmente en el 2018, se asocia a la menor demanda de combustibles fósiles en la generación de electricidad. En el 2018, el 32% de la energía entregada al SIN provino de fuente hídrica, en su mayoría generada por las hidroeléctricas con embalse disponible (Secretaría de energía, 2018), este incremento se explica por el aumento en las precipitaciones y el aumento en la capacidad instalada disponible para el aprovechamiento del recurso hídrico. Lo anterior repercute en la demanda de energéticos en las centrales de generación térmica, encontrándose en el 2018 una reducción promedio del 23%. Luego, en el año 2019 se observa un incremento de 61,3% en las emisiones, lo que se atribuye a la temporada seca presentada en dicho año, por lo tanto, se hace necesario compensar la generación de electricidad a partir de generación térmica, lo que incrementó el consumo de combustibles fósiles (Secretaría de energía, 2020).

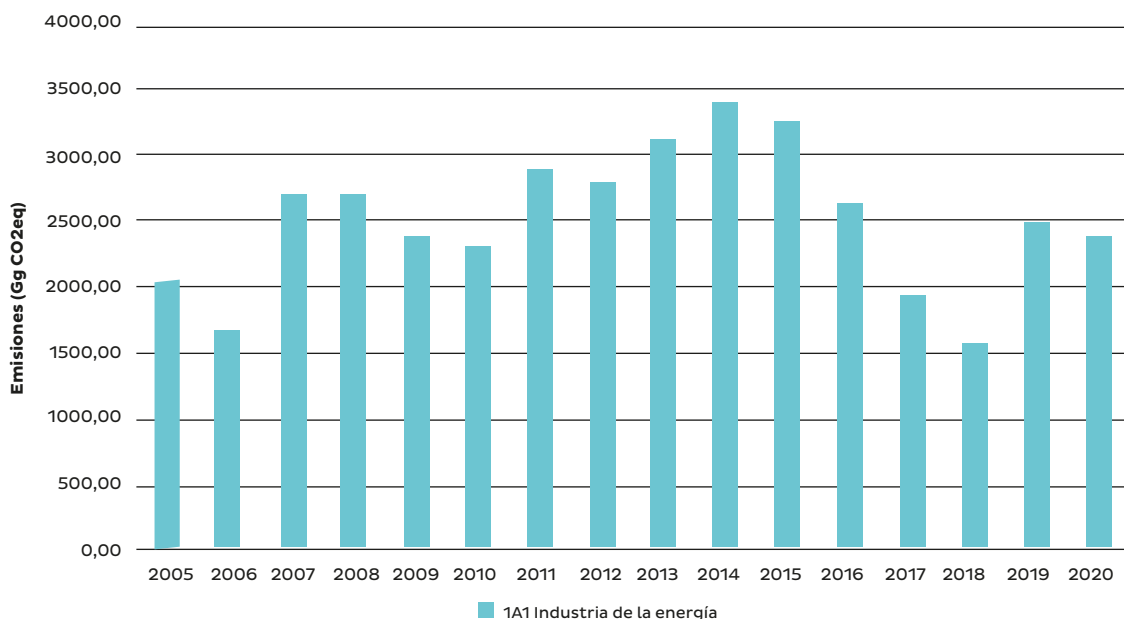


Figura 2.3. Sector Energía – Industrias de la energía: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005-2020



## 2.5.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Debido a la disponibilidad de datos para realizar las estimaciones sobre las emisiones asociadas a esta categoría, se aplicó un método Nivel 1, aplicando la siguiente ecuación:

Ecuación 2-1. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Fuente: (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 2, ecuación 2.1)

Donde:

- Emisiones<sub>GEI</sub> = emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
- Consumo de combustible combustible= cantidad de combustible quemado (TJ).
- Factor de emisión<sub>GEI</sub> Combustible= factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ). Para el caso del CO<sub>2</sub>, incluye el factor de oxidación del carbono, que se supone es 1.

### 2.5.2.1 Datos de actividad específicos de la categoría

En la Tabla 2.8 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la subcategoría 1A1 Industrias de la energía y sus respectivas fuentes de información en diferentes periodos.

Tabla 2.8. Sector Energía – Datos de actividad industrias de la energía

Categorías incluidas en el inventario Serie 2005-2020	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	Consumo de combustibles fósiles en centrales térmicas	2005 - 2009	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente	Valores actualizados del balance de energía (sieHonduras)
		2010 - 2020	Secretaría de Energía Honduras	

### 2.5.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

En la Tabla 2.9 se detalla el aspecto metodológico por subcategoría, incluyendo los valores de los factores de emisión empleados y las fuentes de información que indican su procedencia. Como se indica en la tabla, las emisiones se estimaron con metodología de nivel 1. Si bien, el país ha avanzado en el cálculo de factores de emisión propios aplicables en la estimación de emisiones GEI de la subcategoría 1A1a. Sin embargo, dichos factores de emisión no fueron empleados en la estimación debido a dos factores: 1) durante el periodo de elaboración del inventario no se contó las fuentes de información que permitan realizar un análisis respecto con los factores de emisión por defecto del IPCC, o los desarrollados por el sector energético del país; 2) dichos factores de emisión están en proceso de actualización. En este sentido, posterior a la validación con la

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y la Secretaría de Energía (SEN), se acuerda emplear factores de emisión del IPCC. A su vez SERNA continuará trabajando y mejorando los canales de transferencia de información con el sector energético del país.

Tabla 2.9. Sector Energía – Industrias de la energía: Factores de emisión empleados en el cálculo

Categorías incluidas en el Inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
1A1a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 2, Capítulo 2, Cuadro 2.2	Diesel oil: 74.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ Coque: 94.600 kg CO <sub>2</sub> /TJ Fuel oil: 77.400 kg CO <sub>2</sub> /TJ Biomasa: 100.000 kg CO <sub>2</sub> /TJ Leña: 112.000 kg CO <sub>2</sub> /TJ GLP: 63.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ
	CH <sub>4</sub>	Nivel 1		Diesel oil: 3 kg CH <sub>4</sub> /TJ Coque: 1 kg CH <sub>4</sub> /TJ Fuel oil: 3 kg CH <sub>4</sub> /TJ Biomasa: 30 kg CH <sub>4</sub> /TJ Leña: 4 kg CH <sub>4</sub> /TJ GLP: 1 kg CH <sub>4</sub> /TJ
	N <sub>2</sub> O	Nivel 1		Diesel oil: 0,60 kg N <sub>2</sub> O/TJ Coque: 1,5 kg N <sub>2</sub> O/TJ Fuel oil: 0,60 kg N <sub>2</sub> O/TJ Biomasa: 30 kg N <sub>2</sub> O/TJ Leña: 4 kg N <sub>2</sub> O/TJ GLP: 0,10 kg N <sub>2</sub> O/TJ

### 2.5.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para el período 2005-2009 se emplearon los datos de actividad reportados por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, en el periodo 2010-2020 se consultaron los datos disponibles en el balance de energía suministrado por la Secretaría de Energía.

Durante la revisión de la serie en lo que respecta al consumo de biomasa, se identificaron diferencias entre las fuentes de información utilizadas para los dos subperiodos que componen la serie. Aparentemente, en la serie 2005-2009 se encuentran agregados los consumos de biomasa de autoprodutores y centrales eléctricas; mientras que el balance de energía para el periodo 2010-2020 se reporta información desagregada.

Teniendo en cuenta las directrices IPCC de 2006 “Las emisiones de los autoprodutores (empresas que generan electricidad/calor total o parcialmente para su propio uso, como actividad que respalda sus actividades primarias) deben asignarse al sector en que fueron generadas y no en 1A1a.

Posterior a la validación con la Secretaría de Energía, no fue posible desagregar dicho consumo. No obstante, es de aclarar que el aporte total de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en el periodo 2005-2009 de la biomasa tan solo representa el 0,69% del total de las emisiones estimadas en la categoría 1A1a. Razón por la que se considera que el impacto no es muy significativo en términos de consistencia.

### 2.5.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 2.10. Plan de mejora – Industrias de la energía

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos por mejorar	Pilar de la CMNUCC	
1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	En la serie 2005-2009 el consumo de biomasa se encuentra agregado para autoprodutores y centrales eléctricas.	Teniendo en cuenta las directrices IPCC de 2006 Las emisiones de los autoprodutores deben asignarse al sector en que fueron generadas y no en 1A1a. Por lo anterior se recomienda desagregar dicho consumo y solo contabilizar las emisiones correspondientes al flujo de energía de centrales eléctricas.	Transparencia: X	
			Precisión: X	
			Exhaustividad:	
			Comparabilidad:	
	Se emplearon factores de emisión por defecto del IPCC. No obstante, el país cuenta con factores de emisión propios aprobados por la CMNUCC en el año 2019. Dichos factores en la actualidad están en proceso de actualización por parte del sector energético del país.	Se recomienda continuar trabajando en el desarrollo de factores de emisión con los actores claves del sector energético. Además, por medio de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, se debe institucionalizar la transferencia de información entre el equipo del INGEI y el sector energético.		Consistencia: X
				Transparencia:
				Precisión: X
				Exhaustividad:
			Comparabilidad: X	
			Consistencia:	

## 2.6 Industrias manufactureras y de la construcción

### 2.6.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta subcategoría comprende las emisiones de GEI directos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) generadas por el uso de combustibles fósiles y de biomasa con fines energéticos en las industrias manufactureras y de la construcción. Es importante resaltar que las emisiones que se reportan en esta subcategoría corresponden al uso de combustibles con fines energéticos en las industrias manufactureras y de la construcción, es decir, para la generación de calor, trabajo y/o energía eléctrica (para autoconsumo) como actividades de soporte en las industrias.





En la Tabla 2.11 se muestran las emisiones estimadas en los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020. Para el año 2020, en esta subcategoría se generaron 830,15 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que equivalen al 10,4% del total de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente del sector energía. Al comparar las emisiones del año 2020 respecto al año 2016, se observa una reducción de 425,48 Gg de CO<sub>2</sub> eq, lo que representa un decrecimiento de 33,9%.

Tabla 2.11. Sector Energía – Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	1.255,63	1.285,31	1.235,52	1.227,59	830,15

De acuerdo con los resultados de estimación de emisiones obtenidos y como se observa en la Figura 2.4, a partir del año 2013 las emisiones tienden a disminuir a lo largo de la serie, a excepción del año 2015 que se observa que sobresale de la línea de tendencia. En el año 2015 se registró un incremento del 29% en el consumo de combustibles respecto al año anterior, especialmente en el consumo de diésel oil que en el 2015 tuvo un precio promedio de importación más bajo (INE, 2016).

En el año 2020 se reportan las emisiones más bajas de la serie 2016-2020, pues el sector industrial y de la construcción fue uno de los más afectados por las medidas de confinamiento que fueron tomadas en el marco de la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19. En el 2020 se reporta una reducción del 21% en el consumo de combustibles en comparación con el año anterior, lo que hace que las emisiones se reduzcan en 32,4%.

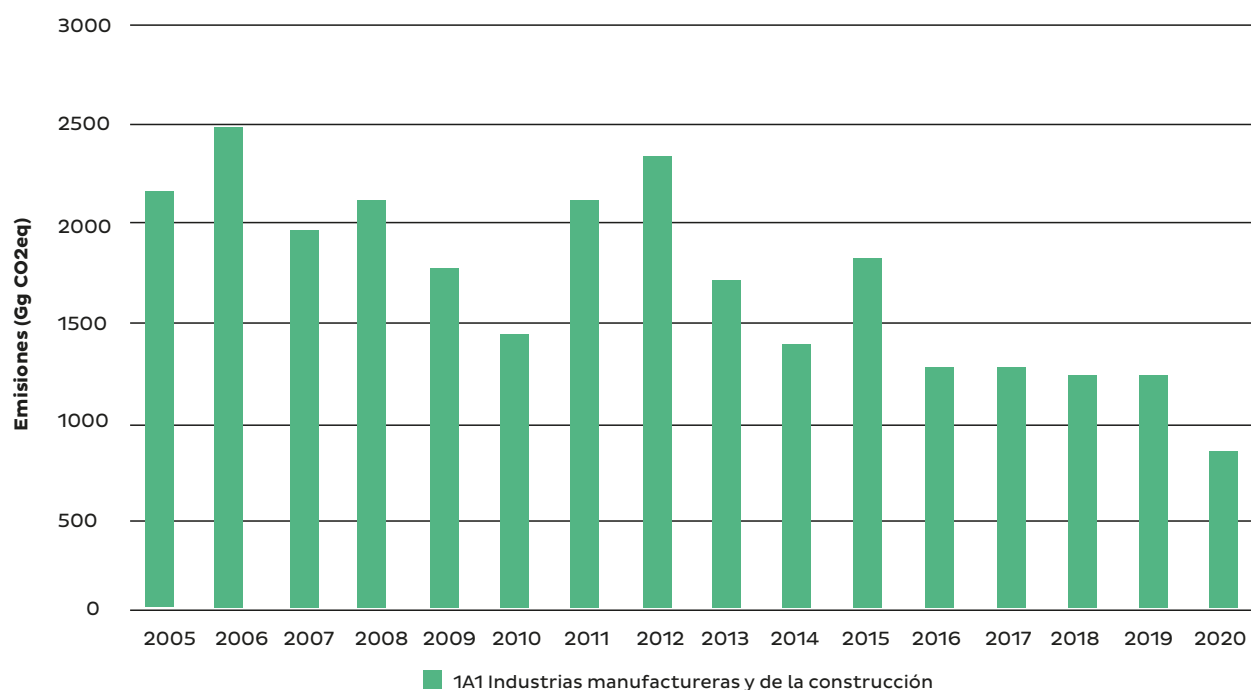


Figura 2.4. Sector Energía – Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005-2020



## 2.6.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, la categoría 1A2 se desagrega en 13 subcategorías o clasificaciones, sin embargo, la información reportada en el balance energético de Honduras no presenta consistencia en la serie y la mayor parte del consumo de combustibles se reporta en el flujo de energía “Industria no especificada”. Debido a lo anterior, no fue posible reportar las emisiones con mayor grado de desagregación. En este sentido, la Secretaría de Energía del país reconoce el gran reto de recolección de esta información y trabaja con los actores primarios con el fin de mejorar la calidad de estas estadísticas energéticas.

Debido a la disponibilidad de datos para realizar las estimaciones sobre las emisiones asociadas a esta categoría, se aplicó un método Nivel 1. La ecuación empleada para la estimación de las emisiones de GEI en la subcategoría 1A2 Industrias manufactureras y de la construcción corresponde a la Ecuación 2-1. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria, incluida en la sección anterior.

### 2.6.2.1 Datos de actividad específicos de la categoría

En la Tabla 2.12 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la subcategoría 1A2 y sus respectivas fuentes de información en diferentes periodos.

Tabla 2.12. Sector Energía – Datos de actividad industrias manufactureras y de la construcción

Categorías incluidas en el inventario Serie 2005-2020	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	Consumo de combustibles en el sector industrial	2005 - 2009	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente	Valores actualizados del balance de energía (sieHonduras) Flujos: Minerales no metálicos, Minas y canteras, Alimentos, bebidas y tabaco, Construcción, Industria no especificada.
		2010 - 2020	Secretaría de Energía Honduras	

### 2.6.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

En la Tabla 2.13 se detalla el aspecto metodológico por subcategoría, incluyendo los valores de los factores de emisión empleados y las fuentes de información que indican su procedencia. Como se indica en la tabla, las emisiones se estimaron con metodología de nivel 1.

Tabla 2.13. Sector Energía – Industrias manufactureras y de la construcción: Factores de emisión empleados en el cálculo

Categorías incluidas en el Inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 - Volumen 2, Capítulo 2, Cuadro 2.3	Gasolina: 69.300 kg CO <sub>2</sub> /TJ Kerosene: 71.900 kg CO <sub>2</sub> /TJ Diesel oil: 74.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ Fuel oil: 77.400 kg CO <sub>2</sub> /TJ GLP: 63.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ Coque: 97.500 kg CO <sub>2</sub> /TJ Leña: 112.000 kg CO <sub>2</sub> /TJ
	CH <sub>4</sub>	Nivel 1		Gasolina: 3 kg CH <sub>4</sub> /TJ Kerosene: 3 kg CH <sub>4</sub> /TJ Diesel oil: 3 kg CH <sub>4</sub> /TJ Fuel oil: 3 kg CH <sub>4</sub> /TJ GLP: 1 kg CH <sub>4</sub> /TJ Coque: 3 kg CH <sub>4</sub> /TJ Leña: 30 kg CH <sub>4</sub> /TJ
	N <sub>2</sub> O	Nivel 1		Gasolina: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ Kerosene: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ Diesel oil: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ Fuel oil: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ GLP: 0,1 kg N <sub>2</sub> O/TJ Coque: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ Leña: 4 kg N <sub>2</sub> O/TJ

### 2.6.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Posterior al análisis de la consistencia de la serie temporal de los datos reportados en el balance de energía (sieHonduras) en los flujos “Minerales no metálicos”, “Minas y canteras”, “Alimentos, bebidas y tabaco”, “Construcción” e “Industria no especificada”, se aprecian aparentes inconsistencias en la serie temporal. Sin embargo, a partir de la validación con la Secretaría de Energía se encuentra que la variabilidad en los datos puede estar asociada a mejoras en la recolección y estadística de los datos. Debido a lo anterior, no se aplican métodos estadísticos de ajuste de la serie temporal ya que no hay más información por parte del actor primario de los datos.

### 2.6.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 2.14. Plan de mejora – Industrias manufactureras y de la construcción

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos por mejorar	Pilar de la CMNUCC
1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	<p>En general el consumo de energéticos se reporta en el flujo de energía "Industria no especificada". Además, la serie de datos no es consistente, se encuentran vacíos en diferentes periodos y con la información actual no es posible aplicar ajustes estadísticos que permitan acercarse a la realidad del consumo energético del sector.</p> <p>A partir del funcionamiento de la Secretaría de Energía (SEN), el país ha avanzado en la mejora de la consistencia de las estadísticas energéticas, sin embargo, la SEN resalta que este proceso es costoso, aun así continúa trabajando en este aspecto.</p>	<p>Se debe mejorar la consistencia de la serie de datos en el balance energético del país, además es necesario continuar desagregando los consumos que se reportan en el flujo "Industria no especificada", en clasificaciones más específicas, ojalá con el grado de desagregación contemplado por el IPCC para esta subcategoría.</p>	Transparencia: X
			Precisión: X
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad:
			Consistencia: X

## 2.7 Transporte

### 2.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Dentro de esta categoría se reportan las emisiones producto de la quema de combustibles fósiles en aviación nacional, transporte terrestre (automóviles, camiones, camionetas, autobuses y motocicletas) y navegación marítima y fluvial. Se debe mencionar que las emisiones correspondientes a vuelos internacionales no hacen parte de la contabilidad de lo reportado en la Tabla 2.15 y Figura 2.5, debido a que se clasifican como elementos informativos.

Como se observa en la Tabla 2.15, en el 2020, se contabilizó 3.803,12 Gg CO<sub>2</sub> eq, que equivalen al 47,5% del total de emisiones del sector energía. Estas emisiones muestran una reducción del 12,7% respecto de las observadas en 2016.

Tabla 2.15. Sector Energía – Transporte: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
1A3	Transporte	<b>4.356,56</b>	<b>4.345,00</b>	<b>4.305,26</b>	<b>4.671,23</b>	<b>3.803,12</b>
1A3a	Aviación de cabotaje	183,79	159,29	168,92	177,29	82,74
1A3b	Transporte terrestre	4.063,18	3.963,92	4.036,47	4.292,81	3.524,11
1A3c	Ferrocarriles	NO	NO	NO	NO	NO
1A3d	Navegación marítima y fluvial	109,59	221,78	99,87	201,12	196,26
1A3e	Otro tipo de transporte	NE	NE	NE	NE	NE

NOTAS: NE = NO ESTIMADO; NO = NO OCURRE.

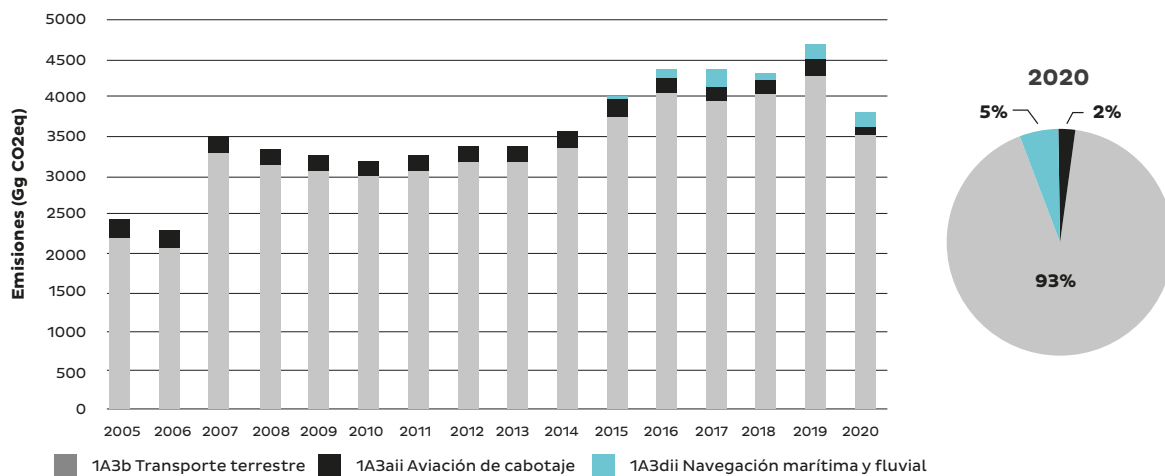


Figura 2.5. Sector Energía – Transporte: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005-2020

De acuerdo con los datos de estimaciones obtenidos y como se muestra en la Figura 2.5, en el año 2020 el consumo de combustibles en el transporte terrestre aporta al 93% de las emisiones de la categoría 1A3 Transporte. El consumo en navegación marítima y fluvial aporta con 5% y el 2% restante corresponde a las emisiones debidas a la aviación nacional. Además, se identifica un valor máximo en el año 2019, en el que el parque automotor ascendió a 2.062.474 vehículos, incrementando en 8,6% respecto al año anterior (INE, 2020). Finalmente, en el año 2020 se observa un descenso que se explica por la parálisis del transporte público y privado, así como

transporte de carga, debido a las medidas implementadas durante la pandemia del COVID – 19 (CEPAL, 2020).

## 2.7.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, la categoría 1A3 Transporte se subdivide en las categorías 1A3a Aviación civil, 1A3b Transporte terrestre, 1A3c Ferrocarriles, 1A3d Navegación marítima y fluvial, y 1A3e Otro tipo de transporte. Sin embargo, es de tener en cuenta

que en Honduras no ocurren actividades asociadas con la subcategoría 1A3c Ferrocarriles. Por otra parte, aunque las actividades asociadas con otro tipo de transporte si tienen lugar en el país, no fue posible levantar información que permita estimar dichas emisiones. Debido a la disponibilidad de datos para realizar las estimaciones sobre las emisiones asociadas con la categoría transporte, se aplicó un método Nivel 1, aplicando las siguientes ecuaciones:

#### Ecuación 2-2. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la aviación

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Fuente: (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 3, ecuación 3.6.1)

Donde:

- Emisiones GEI= emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
- Consumo de combustible combustible= cantidad de combustible quemado (TJ).
- Factor de emisión GEI combustible= factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ).

#### Ecuación 2-3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte terrestre

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Fuente: (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 3, ecuación 3.2.1)

Donde:

- Emisiones GEI= emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
- Consumo de combustible combustible= cantidad de combustible quemado (TJ).
- Factor de emisión GEI combustible= factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ).

#### Ecuación 2-4. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la navegación marítima y fluvial

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Fuente: (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 3, ecuación 3.5.1)

Donde:

- Emisiones GEI= emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
- Consumo de combustible combustible= cantidad de combustible quemado (TJ).
- Factor de emisión GEI combustible= factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ).

### 2.7.2.1 Datos de actividad específicos de la categoría

En la Tabla 2.16 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la subcategoría 1A3 Transporte y sus respectivas fuentes de información en diferentes periodos.

Tabla 2.16. Sector Energía – Datos de actividad transporte

Categorías incluidas en el inventario Serie 2005-2020	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
1A3 Transporte	Consumo de combustibles en el sector transporte	2005 - 2009	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente	Valores actualizados del balance de energía (sieHonduras) Flujos: carretero, aéreo nacional, marítimo nacional, transporte no especificado.
		2010 - 2020	Secretaría de Energía Honduras	

### 2.7.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

En la Tabla 2.17 se detalla el aspecto metodológico por subcategoría, incluyendo los valores de los factores de emisión empleados y las fuentes de información que indican su procedencia. Como se indica en la tabla, las emisiones se estimaron con metodología de nivel 1.

Tabla 2.17. Sector Energía – Transporte: Factores de emisión empleados en el cálculo

Categorías incluidas en el inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
1A3a. Aviación civil	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.4	Jet kerosene: 71.500 kg CO <sub>2</sub> /TJ Otro petróleo: 69.300 kg CO <sub>2</sub> /TJ
	CH <sub>4</sub>	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.5	Jet kerosene: 0,5 kg CH <sub>4</sub> /TJ Otro petróleo: 0,5 kg CH <sub>4</sub> /TJ
	N <sub>2</sub> O	Nivel 1		Jet kerosene: 2 kg N <sub>2</sub> O /TJ Otro petróleo: 2 kg N <sub>2</sub> O /TJ
1A3b. Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.2.1	Gasolina: 69.300 kg CO <sub>2</sub> /TJ Diesel oíl: 74.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ GLP: 63.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ
	CH <sub>4</sub>	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.2.2	Gasolina: 33 kg CH <sub>4</sub> /TJ Diesel oíl: 3,9 kg CH <sub>4</sub> /TJ GLP: 62 kg CH <sub>4</sub> /TJ
	N <sub>2</sub> O	Nivel 1		Gasolina: 3,2 kg N <sub>2</sub> O /TJ Diesel oíl: 3,9 kg N <sub>2</sub> O /TJ GLP: 0,2 kg N <sub>2</sub> O /TJ
1A3d. Navegación marítima y fluvial	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.5.2	Fuel oíl: 77.400 kg CO <sub>2</sub> /TJ
	CH <sub>4</sub>	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.5.3	Fuel oíl: 7 kg CH <sub>4</sub> /TJ
	N <sub>2</sub> O	Nivel 1		Fuel oíl: 2 kg N <sub>2</sub> O /TJ



### 2.7.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para el período 2005–2020 se aplicaron las Directrices del IPCC de 2006. Sin embargo, persiste una serie de factores que afecta la consistencia de la serie temporal de la categoría transporte. Estos factores corresponden principalmente: 1) Diferencias sustanciales entre las fuentes de información utilizadas para los dos subperiodos que componen la serie; 2) Falta de consistencia en la serie temporal 2010–2020. Debido a lo anteriormente descrito se realizaron las respectivas consultas y validación con la Secretaría de Energía con el fin de aplicar los siguientes ajustes en la serie de datos de actividad.

- Consumo de jet kerosene en aviación: se ajustan los datos de la serie 2005–2010 teniendo en cuenta que la serie 2011–2020 presenta mayor consistencia y coherencia. No obstante, también fue necesario completar el consumo del año 2019 con métodos estadísticos.

- Consumo de diésel en transporte terrestre: en el balance energético (sieHonduras) este consumo no es reportado en el flujo de energía “carretero”, por lo que se validó con la Secretaría de Energía y se tomó como dato de actividad el consumo de diésel oíl reportado en el flujo “Transporte no especificado”.

- Consumo de GPL en transporte terrestre: se presenta inconsistencia en el reporte del año 2015 puesto que el consumo reportado en el flujo “carretero” agrega usos adicionales. Se aplicó método estadístico para ajustar dicho consumo.

- Consumo de fuel oíl en navegación marítima y fluvial: en el balance energético (sieHonduras) se reporta el consumo de fuel oíl en el flujo “Transporte no especificado”. Se validó y se emplearon estos datos en la categoría navegación marítima y fluvial. Además, por medio de método estadístico se ajustó el reporte de los años 2011, 2013 y 2014 con el fin de tener consistencia en la serie temporal.

### 2.7.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 2.18. Plan de mejora – Transporte

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos por mejorar	Pilar de la CMNUCC
1A3 Transporte	<p>En el balance energético del país, en lo que respecta al sector transporte se encuentra que en el flujo “Transporte no especificado” se incluye el consumo de combustibles asociados a las categorías: transporte carretero, aviación, marítimo y fluvial, otro tipo de transporte.</p> <p>No se cuenta con datos consistentes de consumo de energéticos en otro tipo de transporte.</p>	<p>El país ha avanzado en la recolección de los datos de actividad y trabajaba continuamente para superar las barreras identificadas. Con el fin de dar continuidad en la mejora de la información, en la medida de lo posible se recomienda reportar el consumo de combustibles en los flujos correspondientes y no de manera agregada en “Transporte no especificado”.</p> <p>Es necesario continuar levantando información que permita estimar las emisiones de la categoría 1A3e Otro tipo de transporte.</p>	Transparencia: X
			Precisión: X
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad:
			Consistencia: X





## 2.8 Otros sectores

### 2.8.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se reportan las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generadas por quema de combustibles fósiles y biomasa en:

1A4a. Comercial / Institucional: Incluye las emisiones de la quema de combustibles en instalaciones comerciales e institucionales. Incluye comercios, hoteles, bares, correos, telecomunicaciones, servicios financieros, inmobiliarias, actividades informáticas, administración pública, educación, servicios sociales y de salud y actividades de esparcimiento. En Honduras, este sector principalmente satisface sus requerimientos energéticos con electricidad (49%), seguido del consumo de leña (25%), GLP (15%), diésel oíl (8%) y gasolina (3%) (Secretaría de energía, 2020).

1A4b. Residencial: Incluye todas las emisiones por la quema de combustibles en los hogares. En este sector, los principales consumos de energía se dan por refrigeración, televisión, iluminación y cocción. Según la información reportada en el balance energético del país, el mayor consumo de energía en el sector residencial corresponde a leña con el 81%, seguido de la energía eléctrica con el 14%, GLP corresponde al 4% y una pequeña participación de kerosene con el 1% (Secretaría de energía, 2020).

En la Tabla 2.19 se muestran las emisiones estimadas en los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020. Para el año 2020, en esta subcategoría se generaron 1.016,87 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que equivalen al 12,7% del total de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente del sector energía. Al comparar las emisiones del año 2020 respecto al año 2016, se observa una reducción de 33,02 Gg de CO<sub>2</sub> eq, lo que representa un decrecimiento de 3,1%.

Tabla 2.19. Sector Energía – Otros sectores: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
1A4	Otros sectores	<b>1.049,89</b>	<b>1.119,81</b>	<b>986,96</b>	<b>966,07</b>	<b>1.016,87</b>
1A4a	Comercial / Institucional	146,65	449,28	333,53	228,71	238,24
1A4b	Residencial	903,24	670,53	653,42	737,36	778,63
1A4c	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	NE	NE	NE	NE	NE

Notas: NE = no estimado.

De acuerdo con los resultados de estimación de emisiones obtenidos y como se observa en la Figura 2.6, en el año 2020 el sector residencial aportó el 77% de las emisiones de la categoría, el restante 23% corresponde al sector comercial-institucional. Al observar la tendencia de las emisiones se observa un máximo en el año 2017, lo que se asocia al incremento sustancial del energéticos en el sector comercial. A partir del año 2017 se registró consumo de combustibles líquidos que tradicionalmente no eran consumidos en dicho sector, lo anterior no necesariamente se relaciona con cambios en la demanda de energéticos, sino que también puede deberse a mejoras en el levantamiento de información. Igualmente, según reporte de la Secretaría de Energía, existen barreras en la consecución de estadísticas energéticas (Secretaría de energía, 2018), por lo tanto,

la tendencia de los resultados refleja parcialmente la asociación con los patrones de consumo reales en los sectores de demanda en el país.

Finalmente, en el año 2020 se reporta un leve incremento de emisiones correspondiente al 5,3% en comparación con el año anterior, lo que parcialmente puede estar relacionado con el confinamiento implementado como medida para frenar el avance del COVID – 19, lo que incrementó el consumo de energéticos en el sector residencial en un 2,5% (Secretaría de Energía, 2022).

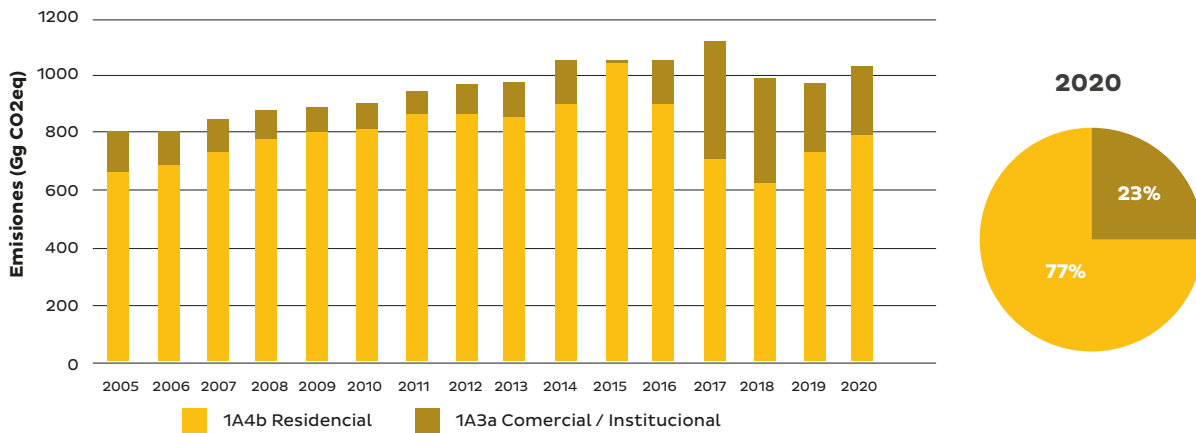


Figura 2.6. Sector Energía – Otros sectores: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005-2020

## 2.8.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, la categoría “1A4 Otros sectores” se desagrega en las subcategorías: 1A4a Comercial-Institucional, 1A4b Residencial y 1A4c Agricultura, silvicultura, pesca y piscifactorías. Sin embargo, no se cuenta con información oficial consistente sobre el consumo de combustibles en actividades agrícolas. Por lo tanto, no se estiman las emisiones de la subcategoría 1A4c.

En este sentido, debido a la disponibilidad de datos para realizar las estimaciones sobre las emisiones asociadas a esta categoría, se aplicó un método Nivel 1. La ecuación empleada para la estimación de las emisiones de GEI en la subcategoría 1A4 Otros sectores corresponde a la Ecuación 2-1. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria, incluida en la sección 2.5.2

### 2.8.2.1 Datos de actividad específicos de la categoría

En la Tabla 2.20 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la subcategoría 1A4 y sus respectivas fuentes de información en diferentes periodos.

Tabla 2.20. Sector Energía – Datos de actividad otros sectores

Categorías incluidas en el inventario Serie 2005-2020	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
1A4 Otros sectores	Consumo de combustibles en el sector residencial y comercial / institucional	2005 - 2009	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente	Valores actualizados del balance de energía (sieHonduras) Flujos: residencial, comercial y servicios públicos.
		2010 - 2020	Secretaría de Energía Honduras	

### 2.8.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

En la Tabla 2.21 se detalla el aspecto metodológico por subcategoría, incluyendo los valores de los factores de emisión empleados y las fuentes de información que indican su procedencia. Como se indica en la tabla, las emisiones se estimaron con metodología de nivel 1.

Tabla 2.21. Sector Energía – Otros sectores: Factores de emisión empleados en el cálculo

Categorías incluidas en el inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
1A4a Comercial / Institucional	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 - Volumen 2, Capítulo 2, Cuadro 2.4	Gasolina: 69.300 kg CO <sub>2</sub> /TJ Kerosene: 71.900 kg CO <sub>2</sub> /TJ Diésel oil: 74.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ Fuel oil: 77.400 kg CO <sub>2</sub> /TJ GLP: 63.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ
	CH <sub>4</sub>	Nivel 1		Gasolina: 10 kg CH <sub>4</sub> /TJ Kerosene: 10 kg CH <sub>4</sub> /TJ Diésel oil: 10 kg CH <sub>4</sub> /TJ Fuel oil: 10 kg CH <sub>4</sub> /TJ GLP: 5 kg CH <sub>4</sub> /TJ
	N <sub>2</sub> O	Nivel 1		Gasolina: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ Kerosene: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ Diésel oil: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ Fuel oil: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ GLP: 0,1 kg N <sub>2</sub> O/TJ
1A4b Residencial	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 - Volumen 2, Capítulo 2, Cuadro 2.5	Kerosene: 71.900 kg CO <sub>2</sub> /TJ GLP: 63.100 kg CO <sub>2</sub> /TJ Leña: 112.000 Carbón vegetal: 112.000
	CH <sub>4</sub>	Nivel 1		Kerosene: 10 kg CH <sub>4</sub> /TJ GLP: 5 kg CH <sub>4</sub> /TJ Leña: 300 kg CH <sub>4</sub> /TJ Carbón vegetal: 200 kg CH <sub>4</sub> /TJ
	N <sub>2</sub> O	Nivel 1		Kerosene: 0,6 kg N <sub>2</sub> O/TJ GLP: 0,1 kg N <sub>2</sub> O/TJ Leña: 4 kg N <sub>2</sub> O/TJ Carbón vegetal: 1 kg N <sub>2</sub> O/TJ

### 2.8.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Se identificaron factores que afectan la consistencia de la serie temporal, por lo que se realizaron las respectivas consultas y validación con la Secretaría de Energía con el fin de aplicar los siguientes ajustes en la serie de datos de actividad.

- Consumo de GLP en sector comercial-institucional: se emplea ajuste estadístico en el consumo del año 2014. La Dirección General de Energía reportó estadísticas de importación de GLP en dicho año; sin embargo, en el balance energético no fue reportado.

- Consumo de leña en sector comercial-institucional: en el balance energético solo se reportan datos de la serie 2015-2020 y debido a que la metodología de estimación del consumo de leña fue modificada y por falta de información no puede ser extrapolada hacia años anteriores (2005-2014), se opta por no incluir este energético en la estimación de las emisiones, puesto que no se cuenta con suficientes datos para completar la serie de manera consistente.

- Consumo de GLP en el sector residencial: se emplea ajuste estadístico en el consumo reportado en los años 2014 y 2015.

- Consumo de leña en el sector residencial: se emplea ajuste estadístico en el consumo reportado en el año 2014.

### 2.8.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 2.22. Plan de mejora – Otros sectores

Código subcategoría	IPCC	- Situación actual	Aspectos por mejorar	Pilar de la CMNUCC
1A4 Otros sectores		En el balance energético, en la serie 2015-2020 se reporta consumo de leña en el sector comercial; sin embargo, la metodología de estimación del consumo de leña no permite extrapolar información para años anteriores.  No se cuenta con datos consistentes de consumo de combustibles en actividades agrícolas.	Se recomienda continuar con la recolección de información con los actores primarios de información con el fin de conocer el consumo de leña en el sector comercial en el periodo 2005-2014.  Es necesario continuar levantando información que permita estimar las emisiones de la categoría 1A4c Agricultura, silvicultura, pesca y piscifactorías.	Transparencia: X
				Precisión: X
				Exhaustividad: X
				Comparabilidad: X
				Consistencia: X



## Bibliografía

CEPAL. (2020). Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/dc955153-5ebd-445f-97a5-8c3e492c6abd/content>

INE. (2016). Estadísticas de los combustibles en Honduras 2011-2015. Obtenido de <https://www.ine.gob.hn/images/Productos%20ine/Boletines/servicios%20publicos/EstadisticaCombustible2015-INE.pdf>

INE. (2020). Instituto Nacional de Estadísticas. Obtenido de Parque Vehicular De Honduras 2016-2020: <https://ine.gob.hn/v4/2021/06/15/parque-vehicular-de-honduras-2016-2020/>

OIM. (2021). Corredor seco Honduras 2020. Obtenido de [https://infounitnca.iom.int/wp-content/uploads/2022/05/lineabase\\_vulnerabilidadsequia.pdf](https://infounitnca.iom.int/wp-content/uploads/2022/05/lineabase_vulnerabilidadsequia.pdf)

Secretaría de energía. (2018). Balance energético - Energía y Cambio Climático. Obtenido de [https://sen.hn/wp-content/uploads/2020/05/BEN2018\\_v3.pdf](https://sen.hn/wp-content/uploads/2020/05/BEN2018_v3.pdf)

Secretaría de energía. (2020). Balance Energético Nacional 2020. Obtenido de Dirección Nacional de Planeamiento y Política Energética Sectorial: <https://sen.hn/wp-content/uploads/2021/12/BEN2020.pdf>

Secretaría de Energía. (2022). Balance Energético Nacional 2021. Obtenido de <https://sen.hn/wp-content/uploads/2022/09/Balance-Energetico-2021.pdf>



## Anexo 2.1

### Método de referencia para la estimación de emisiones GEI por quema de combustibles (Categoría 1A)

El método de referencia utiliza los datos de oferta de energía para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles. Este método permite contar con dos estimaciones por quema de combustibles de manera independiente y sirve como nivel referencia el uno del otro. Al comparar los resultados del método de referencia y los resultados de la estimación por sectores en el inventario, puede referir a posibles inconvenientes con los datos de actividad, el procesamiento de estos, los cálculos de estimación de emisiones, entre otros.

#### Metodología

La estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> por medio del método de referencia se realiza empleando la siguiente ecuación general

$$\sum_{\text{todos los combustibles}} \left[ \left( \text{Consumo aparente}_{\text{combustible}} * \text{Factor de conversión}_{\text{combustible}} * CC_{\text{combustible}} \right) * 10^{-3} - \text{Carbono excluido}_{\text{combustible}} \right] * FOC_{\text{combustible}} * \frac{44}{12}$$

Dónde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub> = Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub>)
- Consumo aparente = producción + importaciones – exportaciones – tanques de combustible internacionales – cambio en las existencias
- Factor conversión = factor de conversión para el combustible en unidades de energía (TJ) sobre una base de valor calórico neto
- CC = contenido de carbono (tonelada de C/TJ)
- FOC (factor de oxidación del carbono) = fracción de carbono que se oxida Normalmente el valor es 1, lo que refleja la oxidación completa. Se usan los valores inferiores únicamente para justificar el carbono que queda retenido en forma indefinida en la ceniza o en el hollín
- Carbono excluido = carbono en la alimentación a procesos y uso no energético excluido del combustible
- 44/12 = relación del peso molecular del CO<sub>2</sub> al C
- El carbono excluido, corresponde al carbono que no se transforma en emisiones por quema de combustible, porque se emite en otro modulo del inventario o porque se almacena en un producto manufacturado a partir del combustible. Los principales flujos de carbono conectados con el cálculo del carbono excluido son aquellos utilizados como alimentación a procesos, reductores o productos no energéticos, por ejemplo, gas natural alimentado a proceso como agente reductor, o el uso de lubricantes y ceras de parafinas.

En este orden, se debe seguir los pasos descritos a continuación:

#### Paso 1: Datos de actividad y consumo aparente



Se debe iniciar con los datos de oferta de energía, tanto de combustibles primarios, así como combustibles secundarios. Para efectos del presente cálculo, desde la plataforma sieHonduras se reporta el consumo de combustibles secundarios tales como gasolina, Kerosene y Jet Fuel, Diésel, Fuel oil, GLP y Coque de petróleo.

La demanda de combustibles, expresada como el consumo aparente se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo aparente} = \text{producción} + \text{importaciones} - \text{exportaciones} - \text{almacenamiento de combustible internacional} - \text{cambio en existencias}$$

## Paso 2: Conversión en unidades de energía

La información disponible en la plataforma sieHonduras se encuentra en unidades originales y también en unidades energéticas (TJ).

## Paso 3: Carbono Total

El contenido de carbono del combustible para cada tipo de combustible secundario se estimó siguiendo las Directrices del IPCC, que proporciona los factores por defecto de emisión de carbono sobre una base de valor calórico neto. Finalmente, se calcula el carbono total emitido según los datos de consumo aparente. Este paso se expresa en la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones CO}_2 = \text{contenido de carbono (tonelada de CTJ/)} * \text{consumo aparente (TJ)}$$

## Paso 4: Carbono excluido

Este paso consiste en excluir del carbono total las cantidades que no corresponde a emisiones por quema de combustible, es decir, no corresponde a la Categoría 1A. El carbono excluido puede ser emitido en otro sector del inventario o ser almacenado en productos manufacturados a partir combustibles.

Los flujos de carbono excluido en el cálculo del Método de referencia para este reporte están relacionados con las emisiones debidas a la combustión de leña, bagazo y otra biomasa, que corresponden a partidas informativas.

## Paso 5: Corregir el carbono sin oxidar

Una pequeña parte del carbono combustible que ingresa en la combustión escapa de la oxidación, pero la mayor parte de este carbono luego se oxida en la atmósfera. En la presente estimación se usó un valor por defecto de 1, es decir, oxidación completa.

Tabla 2.23. Aplicación del método de referencia para el año 2020

			Paso 1 y 2		Paso 3		Paso 4		Paso 5	
			G(a)	H	I	J	K	L	M	N
			Factor Conversión (TJ/Gg)	Consumo Aparente (TJ)	Contenido de carbono (t C/TJ)	Contenido de carbono (Gg C)	Carbono Excluido (Gg C)	Emisión neta de carbono (Gg C)	Fracción de Carbono Oxidado	Emisión real de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )
Tipos de combustible				H=F*G		J=H*I/1000	(Gg C)	L=J-K		N=L*M*44/12
Líquido Fósil	Combustibles primarios	Petróleo crudo	42,3	0,00	20,0	0,00		0,00	1	0,00
		Orimulsión	27,5	0,00	21,0	0,00		0,00	1	0,00
		Gas natural licuado	44,2	0,00	17,5	0,00		0,00	1	0,00
	Secundario Combustible	Gasolina	44,3	27561,96	18,9	520,92		520,92	1	1910,04
		Jet Kerosene	44,1	1994,16	19,5	38,89		38,89	1	142,58
		Esquisto bituminoso	38,1	0,00	20,0	0,00		0,00	1	0,00
		Gas / Diesel Oil	43,0	32957,37	20,2	665,74		665,74	1	2441,04
		Fuelóleo residual	40,4	32128,98	21,1	677,92		677,92	1	2485,71
		GLP	47,3	8807,14	17,2	151,48		151,48	1	555,44
		Etano	46,4	0,00	16,8	0,00		0,00	1	0,00
		Nafta	44,5	0,00	20,0	0,00		0,00	1	0,00
		Bitumen	40,2	0,00	22,0	0,00		0,00	1	0,00
		Lubricantes	40,2	0,00	20,0	0,00		0,00	1	0,00
		Petróleo Coque	32,5	10126,16	26,6	269,36		269,36	1	987,64
Otro petróleo	40,2	0,00	20,0	0,00		0,00	1	0,00		
<b>Líquido Fósil Total</b>				<b>113575,77</b>		<b>2324,31</b>	<b>0</b>	<b>2324,31</b>		<b>8522,46</b>
Sólido Fósil	Combustible primario	Antracita (a)	26,7	0,00	26,8	0,00		0,00	1	0,00
		Carbón Coque	28,2	0,00	25,8	0,00		0,00	1	0,00
		Otro carbón bituminoso	25,8	0,00	25,8	0,00		0,00	1	0,00
		Carbón sub-bituminoso	18,9	0,00	26,2	0,00		0,00	1	0,00
		Lignito	11,9	0,00	27,6	0,00		0,00	1	0,00
	Esquisto bituminoso y arena impregnada de alquitrán	8,9	0,00	29,1	0,00		0,00	1	0,00	
	Combustible secundario	BKB y combustible evidente	20,7	0,00	26,6	0,00		0,00	1	0,00
		Horno de coque /gas de coque	28,2	0,00	29,2	0,00		0,00	1	0,00
Alquitrán de hulla		28,0	0,00	22,0	0,00		0,00	1	0,00	
<b>Sólido Fósil Total</b>				<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
Gaseoso Fósil		Natural Gas (Seco)	48,0	<b>0,00</b>	<b>15,3</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>1</b>	<b>0,00</b>
Otros	Residuos urbanos (fracción non-biológica)		10,0	0,00	25,0	0,00		0,00	1	0,00
	Residuos industriales		NA		39,0	0,00		0,00	1	0,00
	Residuos Oils		40,7	0,00	20,0	0,00		0,00	1	0,00
<b>Otros combustibles fósiles Total</b>				<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
Turba (b)			9,76		28,9					
<b>Total</b>				<b>113575,77</b>		<b>2324,31</b>	<b>0</b>	<b>2324,31</b>		<b>8522,46</b>





## Comparación método sectorial y método de referencia

El método de referencia sólo permite obtener estimaciones agregadas de las emisiones por tipo de combustible, distinguiendo entre combustibles primarios y secundarios, mientras que el método sectorial clasifica estas emisiones por categoría de fuentes. El Método de referencia y el Método de cálculo sectorial pueden diferir debido al que el nivel de detalles en el consumo de combustibles que se realiza a nivel sectorial. Típicamente, la brecha entre los dos métodos se encuentra alrededor del 5%.

En los cálculos realizados para el 2020 se estiman unas emisiones de CO<sub>2</sub> en el Método de referencia de 8.522,46 Gg CO<sub>2</sub> y de 7.353,35 Gg CO<sub>2</sub> cálculo sectorial, esto es, una diferencia 15,90% entre los dos métodos. Esta diferencia puede estar asociada a la subestimación o sobreestimación de consumos de energía o desajustes en estadísticas de importación, variación de existencia o almacenamiento de combustibles.

Es de resaltar que la Secretaría de Energía realiza continuamente mejoras metodológicas en la generación de su balance de energía y de refinamiento de los datos reportados con el fin de eliminar desbalances, sin embargo, se debe continuar trabajando con otros actores asociados con las estadísticas de importación de combustibles. Igualmente, en el marco del trabajo conjunto se pueden considerar acciones de mejora para refinar estadísticas energéticas usado en el método top-down.



Secretaría de  
Recursos Naturales  
y Ambiente

# 3

## Módulo de Procesos Industriales y uso de los Productos

Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2016-2020 de Honduras



## Contenido

### 3 Módulo IPPU

3.1 Panorama general del sector IPPU.....	72
3.1.1 Descripción del sector.....	72
3.1.2 Tendencia de los GEI del sector IPPU.....	72
3.1.3 Aspectos metodológicos generales.....	76
3.2 Nuevos cálculos del sector IPPU.....	80
3.2 Nuevos cálculos del sector IPPU.....	80
3.4 Actividades del GCCV del sector.....	82
3.5 Industria de los minerales (categoría 2.A).....	82
3.5.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	82
3.5.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	83
3.5.3 Plan de mejoramiento específico de la subcategoría.....	85
3.6 Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente -categoría 2D.....	86
3.6.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	86
3.6.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	87
3.6.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	89
3.7 Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono - categoría 2F.....	89
3.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	89
3.7.2 Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría.....	91
3.7.3 Plan de mejoramiento específico de la subcategoría.....	92
3.8 Otros - Industria de la alimentación y la bebida -subcategoría 2.H.2.....	92
Bibliografía.....	94

## Lista de figuras

Figura 3.1. Sector IPPU: emisiones de GEI por categoría (GgCO <sub>2</sub> eq), serie 2005-2020.....	75
Figura 3.2. Análisis de sensibilidad para el módulo IPPU.....	75
Figura 3.3 Sector IPPU – Industria de los minerales. Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) serie 2005-2020.....	83
Figura 3.4 Sector IPPU – Uso de productos no energéticos de combustibles. Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) serie 2005-2020.....	87
Figura 3.5 Sector IPPU – Usos de productos como sustitutos para las SAOs. Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) serie 2010-2020.....	90



## Lista de tablas

Tabla 3.1. Sector IPPU: emisiones por GEI, por categoría y subcategoría (Gg CO <sub>2</sub> eq )para 2020...	73
Tabla 3.2. Sector IPPU: Emisiones de GEI por categoría (Gg CO <sub>2</sub> eq).....	75
Tabla 3.3 Sector IPPU: Emisiones por cada GEI (Gg CO <sub>2</sub> eq), serie 2016-2020.....	76
Tabla 3.4 Ecuaciones empleadas en el sector IPPU.....	76
Tabla 3.5 Sector IPPU: métodos aplicados por categoría.....	76
Tabla 3.6 Sector IPPU: comparación entre emisiones de GEI (Gg CO <sub>2</sub> eq) del INGEI 2005-2015 (BUR1) y el INGEI 2005-2020 (BUR2).....	80
Tabla 3.7. Resultados del análisis de incertidumbre para el sector IPPU.....	81
Tabla 3.8 Sector IPPU - Industria de los minerales. Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) serie 2016-2020.....	82
Tabla 3.9 Sector IPPU – Datos de actividad producción de cementos.....	84
Tabla 3.10 Factores de emisión empleados en el cálculo 2A1.....	85
Tabla 3.11 Plan de mejora – Industria de los minerales.....	85
Tabla 3.12 Sector IPPU - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente.....	86
Tabla 3.13 Sector IPPU – Datos de actividad categoría Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente.....	88
Tabla 3.14 Factores de emisión empleados en el cálculo 2D1 -2D2.....	88
Tabla 3.15. Plan de mejora – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente se proponen.....	89
Tabla 3.16. Sector IPPU - Usos de productos como sustitutos para las SAOs. Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) serie 2016-2020.....	90
Tabla 3.17. Sector IPPU - Usos de productos como sustitutos para las SAOs. Emisiones por tipo de sustancia (Gg CO <sub>2</sub> eq) serie 2016-2020.....	90
Tabla 3.18 Sector IPPU – Datos de actividad categoría Usos de productos como sustitutos para las SAOs - Refrigeración y aire acondicionado.....	91
Tabla 3.19 Plan de mejora – Usos de productos como sustitutos para las SAOs.....	92
Tabla 3.20 Sector IPPU - Industria de la alimentos y bebidas. Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg) serie 2005-2020.....	93
Tabla 3.21 Industria de alimentos y bebidas. Comparación entre emisiones de GEI (Gg CO <sub>2</sub> eq) del INGEI 2005-2015 (BUR1) y el INGEI 2005-2020 (BUR2).....	93



## Lista de ecuaciones

Ecuación 3-1 Emisiones basadas en la producción de cemento.....	83
Ecuación 3-2 Emisiones basadas en la producción de cal.....	84
Ecuación 3-3 Emisiones por el uso de Lubricantes.....	87
Ecuación 3-4 Emisiones por el uso de ceras de parafina.....	87
Ecuación 3-5 Emisiones Potenciales (Anteriormente Nivel 1).....	91



## CAPÍTULO 3: MÓDULO DE PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS - IPPU

3

Módulo de procesos industriales y usos de los productos

### 3.1 Panorama general del sector IPPU

#### 3.1.1 Descripción del sector

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, el sector Procesos Industriales y Uso de los Productos (IPPU, del inglés, Industrial Processes and Product Use), aborda las emisiones de GEI generadas por los procesos industriales, por el uso de gases de efecto invernadero en los productos y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles. Los GEI relacionados con estos procesos corresponden al CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y gases fluorados (HFC, PFC y SF<sub>6</sub>) generados en diferentes procesos químicos y por el uso de algunos productos (IPCC, 2006).

El sector IPPU se subdivide en ocho grandes categorías, sin embargo, en Honduras para el año 2020 se consideraron cuatro categorías las cuales aportaron el 11 % del total de las emisiones del país. A continuación, se describe cada categoría y subcategoría que son estimadas para el presente informe conforme a las definiciones y alcances de las Directrices IPCC 2006:

#### 2.A. Industria de los minerales

Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de una variedad de productos minerales industriales. En esta categoría Honduras reporta emisiones de GEI para las subcategorías 2.A.1 Producción de cemento y 2.A.2 Producción de cal.

#### 2.D Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente

Emisiones generadas por los primeros usos de los combustibles fósiles como productos con fines primarios, excepto: i) la combustión con fines energéticos y ii) el uso como sustancia de alimentación a procesos o como agente reductor. Los productos considerados incluyen los lubricantes, las ceras de parafina, el alquitrán y/o el asfalto y los solventes. En esta categoría Honduras reporta emisiones de

GEI para la subcategoría 2.D.1 uso de lubricantes y 2.D.2 uso de ceras de parafina

#### 2.F Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono

Los hidrofluorocarbonos (HFC) y en una medida muy limitada, los perfluorocarbonos (PFC), sirven como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) que están siendo retiradas de circulación en virtud del Protocolo de Montreal. Los HFC y los PFC poseen un alto potencial de calentamiento atmosférico (PCA), por lo cual se estiman las emisiones provenientes por el uso de los sustitutos de las SAO. En esta categoría Honduras reporta emisiones de GEI para la subcategoría 2.F.1 refrigeración y aire acondicionado.

#### 2.H. Otros

En el sector IPPU también ocurren emisiones de otros gases precursores. A diferencia de las demás categorías, la metodología seguida para la estimación es la de EMEP/CORINAIR. En esta categoría Honduras reporta emisiones de otros gases precursores como los Compuestos

Orgánicos Volátiles Distintos al Metano (COVDM) para la subcategoría 2.H.2 Industria de la alimentación y la bebida

#### 3.1.2 Tendencia de los GEI del sector IPPU

Las emisiones generadas en el sector IPPU para el año 2020 corresponden a 1.828,19 Gg CO<sub>2</sub> eq. En la distribución de emisiones por tipo de GEI se observa que el 44.5% corresponde a CO<sub>2</sub>, el 20% a HFC134a; el 17% a HFC143a; 16% a HFC125 y 1.5% a HFC-32.

Del total de emisiones del sector IPPU, el 55% se debe a la subcategoría de Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2.F), 42% a la Industria de los minerales (2.A) y el 3% al Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2.D). En la Tabla 3.1 se reporta las emisiones desagregadas por categorías, subcategorías y tipo de GEI estimado para el año 2020.

Tabla 3.1. Sector IPPU: emisiones por GEI, por categoría y subcategoría (Gg CO<sub>2</sub> eq) para 2020

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC_32	HFC_125	HFC_134a	HFC_152a	HFC_143a	HFC_227ea	COVDM	Gg CO <sub>2</sub> eq
<b>2 - Procesos Industriales y Uso de Productos</b>	<b>813,74</b>	NA	NA	<b>27,73</b>	<b>308,77</b>	<b>364,73</b>	<b>0,02</b>	<b>313,21</b>	<b>0,00</b>		<b>1.828,19</b>
2A - Industria de los minerales	765,33	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		765,33
2A1 - Producción de cemento	692,68	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		692,68
2A2 - Producción de cal	72,65	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		72,65
2A3 - Producción de vidrio	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2A4 - Otros usos de carbonatos en los procesos	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2A5 - Otros	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2B - Industria Química	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2C - Industria de los metales	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	48,40	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		48,40
2D1 - Uso de lubricantes	48,40	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		48,40
2D2 - Uso de cera de parafina	IE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2D3 - Uso de solventes	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2D4 - Otros	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2E - Industria electrónica	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0,00
2F - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	0,00	NA	NA	27,73	308,77	364,73	0,02	313,21	0,00		1.014,45
2F1 - Refrigeración y aire acondicionado	0,00	NA	NA	27,73	308,77	364,73	0,02	313,21	0,00		1.014,45
2F2 - Agentes espumantes	NE	NA	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
2F3 - Protección contra incendios	NE	NA	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
2F4 - Aerosoles	NE	NA	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
2F5 - Solventes	NE	NA	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00



Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC_32	HFC_125	HFC_134a	HFC_152a	HFC_143a	HFC_227ea	COVDM	Gg CO <sub>2</sub> eq
2F6 - Otras aplicaciones	NO	NA	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
2G - Manufactura y utilización de otros productos	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	0,00
2H - Otros	0,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3,13	0,00
2H1 - Industria de pulpa y el papel	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	0,00
2H2 - Industria de la alimentación y bebidas	Estimada	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3,13	0,00

Notas: NA= no aplica; NE = no estimado; NO = no ocurre. IE = incluida en otra parte



En la Tabla 3.2 se detallan los resultados de emisiones de GEI del sector IPPU por categoría para la serie temporal de 2016 - 2020, siendo el año 2019 el reporte con emisiones más altas (2.192,32 Gg CO2 eq).

Tabla 3.2. Sector IPPU: Emisiones de GEI por categoría (Gg CO2 eq)

Cód.	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>2</b>	<b>2 - Procesos Industriales y Uso de Productos</b>	<b>1.674,69</b>	<b>1.764,99</b>	<b>1.983,57</b>	<b>2.192,32</b>	<b>1.828,18</b>
2A	2A - Industria de los minerales	795,84	790,96	774,36	790,02	765,33
2D	2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	40,98	42,83	44,69	46,54	48,40
2F	2F - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAOs)	837,86	931,19	1.164,50	1.355,75	1.014,45

En la Figura 3.1 se detallan las emisiones estimadas para el sector IPPU y su variación en el periodo 2005-2020, observando que las mayores emisiones ocurren en el año 2019 (2.192,32 Gg CO2 eq), seguido de una reducción significativa en el año 2020 lo que es consecuente con el impacto de la pandemia por COVID-19 que impacto la producción y la economía mundial.

A nivel de categoría se observa que la industria de los minerales mantiene una tendencia estable sin mayores cambios, especialmente durante el periodo de 2014 - 2020. Caso contrario de la categoría Usos de Productos como Sustitutos para las SAOs, donde prevalece un crecimiento sostenido dado la necesidad de sustituir las SAOs siendo este el compromiso asumido con la firma del Protocolo de Montreal.

Si bien esta tendencia al aumento es explicable, actualmente existe la necesidad de controlar las sustancias sustitutas dado su alto potencial de calentamiento global, por tal motivo, desde el año 2020 en Honduras inician mayores controles realizados desde la SERNA sobre la importación y uso de dichas sustancias.

Finalmente, la categoría de Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente, se mantiene en el tiempo con una participación mínima que no sobrepasa el 3% del sector.

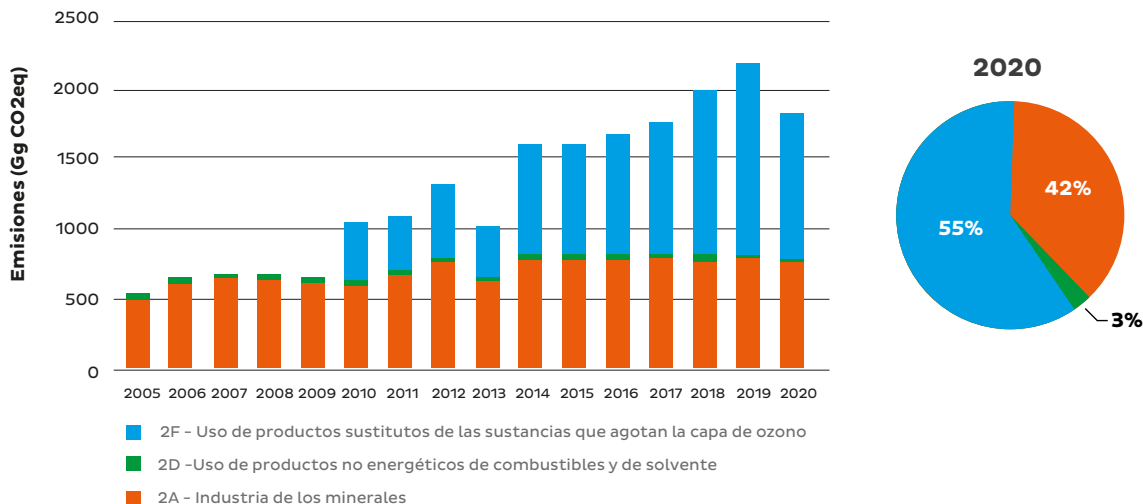


Figura 3.1. Sector IPPU: emisiones de GEI por categoría (GgCO2 eq), serie 2005-2020



Al analizar el comportamiento de las emisiones por gas para el sector IPPU, en la serie temporal 2016-2020 se observa que las mayores emisiones corresponden a CO<sub>2</sub>, en promedio el 44% de estas con respecto al total anual. Dentro de las emisiones de HFC, la sustancia con más emisiones es el HFC\_134<sup>a</sup> con alrededor del 22% en cada año estimado.

Tabla 3.3 Sector IPPU: Emisiones por cada GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq), serie 2016-2020

GEI	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub>	836,83	833,80	819,06	836,57	813,74
HFC_134a	347,29	376,03	434,67	578,66	364,73
HFC_143a	243,98	270,79	302,77	341,13	313,21
HFC_125	222,93	256,83	381,89	394,28	308,77
HFC_32e	23,66	27,54	43,47	41,33	27,73
HFC_152a	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02
HFC_227ea	0,00	0,00	1,68	0,34	0,00
Total	1674,70	1765,00	1983,57	2192,33	1828,19

### 3.1.3 Aspectos metodológicos generales

La estimación de emisiones del sector IPPU fue elaborada siguiendo las Directrices del IPCC de 2006, reportando las emisiones anuales calculadas para la serie histórica 2005-2020, realizando las estimaciones de los GEI directos generados en el sector, tales como CO<sub>2</sub>, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-152a, HFC-143a y HFC-227ea. Así como los GEI indirectos (precursores) Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del metano (COVDM).

La metodología empleada para la estimación de GEI del sector IPPU corresponde a la estipulada en el Volumen 3 (capítulos del 1 al 8) de las directrices IPCC 2006 para los inventarios nacionales de GEI. Las ecuaciones abordadas se describen en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Ecuaciones empleadas en el sector IPPU

Capítulo – Número	Nombre
2.2	Ecuación 2.1 Nivel 1. Emisiones basadas en la producción de cemento
2.3	Ecuación 2.6 Nivel 2. Emisiones basadas en los datos de producción nacional de cal, por tipos
5.2	Ecuación 5.1 Fórmula básica para calcular las emisiones de CO <sub>2</sub> de los usos no energéticos de los productos
5.3	Ecuación 5.4 Ceras - Método de Nivel 1
Anexo 2	Cuadro A2.1 Nivel 1a. - Método “básico” o “potencial” Nivel 1

Adicionalmente se incluyen emisiones de otros gases precursores siguiendo la metodología EMEP/CORINAIR. Para el caso, se estimaron emisiones COVDM generados por la industria de alimentos y bebidas. Estas emisiones se presentan a manera informativa y no se suman al total de emisiones GEI del inventario nacional (ver sección 2.8).

Se realizaron estimaciones para las categorías existentes en Honduras y para las cuales se contó con información para el cálculo. En la Tabla 3.5, se presentan los métodos empleados para la estimación de cada categoría del sector IPPU. Para el cálculo, a manera general, se aplicaron métodos de Nivel 1 (T1), con información de datos de actividad específicos del país y factores de por defecto del IPCC.



TABLA 3.5 SECTOR IPPU: MÉTODOS APLICADOS POR CATEGORÍA

Categoría – subcategoría		CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC (HFC32; HFC125; HFC134a; HFC143a; HFC 152a; HFC 227ea)	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2A	Industria de los minerales								
2A1	Producción de cemento	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2A2	Producción de cal	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2A3	Producción de vidrio	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2A5	Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2B	Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA
2C	Industria de los metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA
2D	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente							NA	NA
2D1	Uso de lubricante	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2D2	Uso de la cera de parafina	IE	IE	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2D3	Uso de solvente	NE	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2D4	Otros - uso de asfalto	NE	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2E	Industria electrónica	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2F	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono								



Categoría – subcategoría		CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC (HFC32; HFC125; HFC134a; HFC143a; HFC 152a; HFC 227ea)	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1	NA
2F2	Agentes espumantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE
2F3	Productos contra incendios	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE
2F4	Aerosoles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE
2F5	Solventes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE
2F6	Otras aplicaciones	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE
2G	Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO	NO
2H	Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2H1	Industria de la pulpa y del papel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2H2	Industria de la alimentación y la bebida	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2H3	Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NOTAS: NE = NO ESTIMADO; IE = INCLUIDA EN OTRA PARTE; NO = NO OCURRE; CS = FACTOR DE EMISIÓN PAÍS ESPECÍFICO; D = FACTOR DE EMISIÓN POR DEFECTO DEL IPCC; T1 = NIVEL 1

Los principales datos de actividad empleados para la estimación de emisiones de GEI del sector IPPU corresponden a datos de producción para la categoría 2.A y 2.H.2, los cuales fueron suministrados por el Banco Central de Honduras. En el caso de la categoría 2.D no se contó con información actualizada por lo cual se tomaron los datos de actividad del INGEI 2005 – 2015 y se proyectaron hasta el 2020, el cálculo fue validado por la SERNA. Finalmente, en cuanto a la categoría 2.F se tomaron datos de importaciones de SAOs suministrados por la Unidad Técnica de Ozono (UTOH) de la SERNA.



## 3.2 Nuevos cálculos del sector IPPU

Con el ánimo de generar una serie temporal coherente que cumpla con los lineamientos y principios de buenas las practicas del IPCC, en el presente informe se presente el recalcu la serie temporal de 2005 - 2015 del INGEI publicado a través del BUR1 de Honduras (BUR1. 2019) y la continuación bajo la misma lógica y metodología de los nuevos cálculos estimados para la serie temporal de 2016 - 2020 presentada en el BUR2 de Honduras (BUR2. 2024).

Los recálculos aplican para la subcategoría de:

- 2.A.2 Producción de Cal en las que se identificó un ajuste en el dato de actividad para el año 2015
- En el caso de la subcategoría 2.F.1 el recalcu comprende el cambio de los valores de Potencial de Calentamiento Global del AR2 al AR5 (Myhre, 2013).
- Si bien la subcategoría 2H2. Industria de la alimentación y la bebida, no se suma al total de emisiones GEI, se hizo recalcu de todo el INGEI 2005 - 2015 dado que se observó un error de cálculo para emisiones indirectas por la producción de refrescos y cervezas.

En la Tabla 3.6 se presentan los datos que permiten observar las implicaciones/efectos que los recálculos del INGEI 2005 - 2015 han tenido en la tendencia de las emisiones de GEI del sector IPPU.

Tabla 3.6 Sector IPPU: comparación entre emisiones de GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) del INGEI 2005-2015 (BUR1) y el INGEI 2005-2020 (BUR2)

INGEI	2005	2015
BUR1	540,37	1.532,98
BUR2	540,37	1.565,98
<b>Diferencia</b>	-	<b>33</b>
<b>Diferencia%</b>	-	<b>2%</b>

## 3.2 Nuevos cálculos del sector IPPU

En la Tabla 3.7. Resultados del análisis de incertidumbre para el sector IPPU se presentan los resultados de incertidumbre del módulo IPPU correspondientes al año 2020. Los cálculos se llevaron a cabo mediante la aplicación del método de propagación de errores. Adicionalmente, se procedió a corregir las incertidumbres significativas conforme a la propuesta detallada en la sección 3.7.3 del volumen 1, capítulo 3 de las directrices del IPCC de 2006. Las variabilidades en las cifras de incertidumbre, a nivel de categorías, oscilaron entre el 12.25% y el 77.98%, mientras que, para el módulo en cuestión, se situaron en un rango comprendido entre el -16.55% y el +16.26%.



Tabla 3.7. Resultados del análisis de incertidumbre para el sector IPPU

Código de la categoría del IPPC	GEI	Emisiones (Gg CO <sub>2</sub> eq)	Incertidumbre relativa inferior (%)	Incertidumbre relativa superior (%)
2A1	CO <sub>2</sub>	692.68	38.48	38.48
2A2	CO <sub>2</sub>	72.65	30.07	30.07
2D	CO <sub>2</sub>	48.40	77.98	76.45
2F1	HFC	1.014.45	13.46	12.25

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 3.7, se realizó un análisis de sensibilidad para identificar las categorías cuya incertidumbre tenía un efecto significativo sobre la incertidumbre global del módulo IPPU. El análisis de sensibilidad implicó evaluar la variabilidad de los resultados del modelo frente a cambios en sus parámetros o variables de entrada. La metodología utilizada consistió en definir los parámetros de entrada y sus rangos, generar muestras para evaluar el modelo, y luego llevar a cabo un análisis de sensibilidad. En este análisis se calculó el índice de contribución relativa de cada variable.

En la Figura 3.2, se evidencia que la variabilidad en la incertidumbre del módulo IPPU se atribuye principalmente a las categorías 2A1-CO<sub>2</sub> y 2F1-HFC. En el caso de la categoría 2A1-CO<sub>2</sub>, la fuente principal de incertidumbre reside en los datos de actividad, evaluados con un margen del  $\pm 35\%$  por expertos. En cuanto a la categoría 2F1-HFC, se destaca que su incertidumbre es la más reducida dentro del módulo IPPU, registrando valores de  $-13.46$  y  $+12.25$ . En consecuencia, su impacto en la incertidumbre del módulo IPPU se asocia más con la magnitud de sus emisiones que con su propia incertidumbre. En términos relativos, las emisiones de la categoría 2F1-HFC representan el 55.48% del total del módulo.

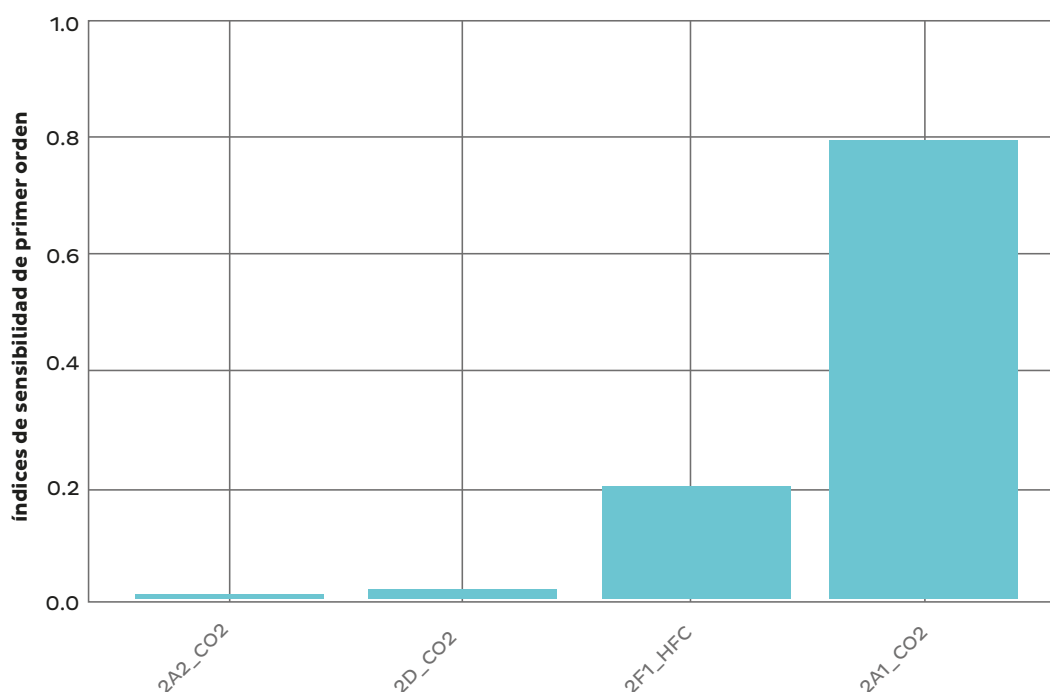


Figura 3.2. Análisis de sensibilidad para el módulo IPPU



### 3.4 Actividades del GCCV del sector

El control de la calidad se realizó a través de las siguientes actividades:

- Revisión y ajuste de fórmulas empleadas en archivo Excel con hojas de cálculo
- Comparación de los nuevos datos de actividad consolidados para el INGEI 2016 – 2020 (BUR2) y los usados para la elaboración del INGEI 2005 – 2015 (BUR1).
- Revisión de la coherencia en toda la serie histórica
- Revisión de valores atípicos y comportamiento en las tendencias estimadas.
- Revisión y ajuste de factores de conversión y emisión para cada subcategoría
- Actualización en el uso de potenciales de calentamiento global
- Validación de datos de actividad y de resultados de emisiones GEI estimadas con expertos del sector

### 3.5 Industria de los minerales (categoría 2.A)

Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la industria de los minerales por procesos industriales se deben a la producción y al uso de una variedad de productos minerales a partir de materias primas carbonatadas. El principal proceso que implica la liberación de CO<sub>2</sub> es la calcinación de compuestos carbonatados. En esta categoría, Honduras presenta emisiones generadas por la producción de cemento y la producción de cal.

#### 3.5.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Subcategoría Producción de cemento (subcategoría 2.A.1). La producción de cemento incluye la extracción, preparación y calcinación de materias primas entre estas el clínker que al componerse esencialmente de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), se descompone en cal y CO<sub>2</sub> al ser calcinada. Esta subcategoría comprende las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la producción de clínker. Honduras cuenta con reportes anuales que permiten estimar emisiones GEI para toda la serie temporal (2005 – 2020).

Subcategoría Producción de cal (subcategoría 2.A.2). La cal tiene diferentes aplicaciones en el sector de procesos industriales. Para el caso de la presente subcategoría, Honduras estima las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la fabricación de diferentes tipos de cal a partir de caliza con datos disponibles desde el año 2014.

En la Tabla 3.8 se observa las emisiones en Gg de CO<sub>2</sub> eq. Para el año 2020, en esta categoría se generaron 765.33 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que equivalen al 42% del total de emisiones de CO<sub>2</sub> eq del sector IPPU. Al comparar las emisiones del año 2020 respecto al año 2016, se observa una reducción de 30,5 Gg de CO<sub>2</sub> eq, lo que representa un decrecimiento de 4%.

Tabla 3.8 Sector IPPU - Industria de los minerales. Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>2.A</b>	<b>Industria de los minerales</b>	<b>795,84</b>	<b>790,96</b>	<b>774,36</b>	<b>790,02</b>	<b>765,33</b>
2.A.1	Producción de cemento	704,69	709,08	697,93	680,21	692,68
2.A.2	Producción de cal	91,16	81,88	76,44	109,81	72,65

A nivel de categoría la producción de cemento representa el 91% de las emisiones y la producción de cal el 9% con respecto al total de la industria de los minerales. En la Figura 3.3 se muestra la tendencia de las emisiones de la categoría industrias de los minerales para la serie histórica 2005-2020. En este periodo se observa una tendencia de crecimiento desde el año 2005 hasta el año 2012; para el año 2013 una reducción y después de este año se observa una estabilidad sin incrementos o reducciones de GEI significativas. En la producción de cemento se observa una leve tendencia hacia la reducción de GEI desde el año 2018.

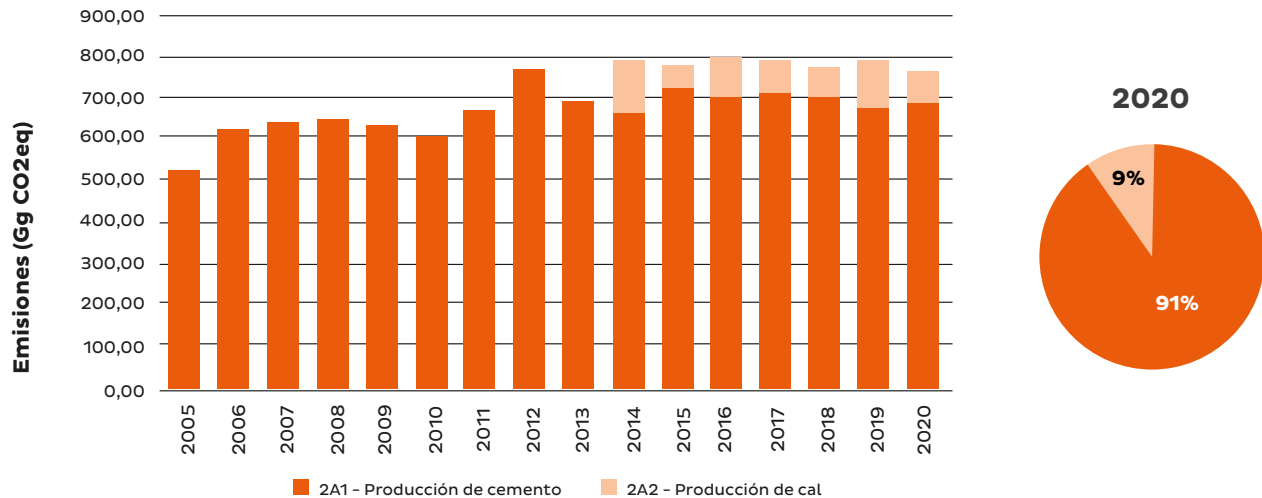


Figura 3.3 Sector IPPU – Industria de los minerales. Emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) serie 2005-2020

### 3.5.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Conforme a la disponibilidad de información, para la estimación de emisiones de la categoría Industria de los minerales, se siguió la metodología Nivel 1 del IPCC 2006. Se tomó como información oficial los datos de producción consolidados a nivel nacional.

#### - Producción de cemento (subcategoría 2.A.1)

La ecuación empleada para la estimación de las emisiones en la subcategoría de producción de cementos se detalla a continuación:

Ecuación 3-1 Emisiones basadas en la producción de cemento

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \left[ \sum (Mci * Ccli) - Im + Exi \right] * EFclc$$

Fuente: IPCC 2006, volumen 3, capítulo 2.2, Ecuación 2.1, nivel 1

Donde:

- Emisiones de CO2 = Emisiones de CO2 proveniente de la producción de cemento, toneladas
- Mci = Masa de cemento producido de tipo i, toneladas
- Ccli = Fracción de clínker del cemento de tipo i, fracción
- Im = Importaciones para el consumo de clínker, toneladas





- $Ex_i$  = Exportaciones de clínker, toneladas
- $EF_{cl}$  = Factor de emisión del clínker en el cemento en particular, toneladas de  $CO_2$ /toneladas de clínker
- Producción de cal (subcategoría 2.A.2)

La ecuación empleada para la estimación de las emisiones en la subcategoría de producción de cal se detalla a continuación:

Ecuación 3-2 Emisiones basadas en la producción de cal

$$\text{Emisiones de } CO_2 = \sum (EF_{cal,i} * M_{i,i})$$

Fuente: IPCC 2006, volumen 3, capítulo 2.3, Ecuación 2.6, nivel 2

Donde:

Emisiones de  $CO_2$  = Emisiones de  $CO_2$  proveniente de la producción de cal, toneladas

$EF_{cal,i}$  = Factor de emisión por tipo de cal

$M_{i,i}$  = Producción de cal de tipo  $i$ , toneladas

### 3.5.2.1 Datos de actividad específicos por categoría

En la Tabla 3.9 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría industria de los minerales y las respectivas fuentes de información.

Tabla 3.9 Sector IPPU – Datos de actividad producción de cementos

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.A.1 Producción anual de cemento	Peso (masa) de cemento producido en el país anualmente	2005 - 2015	Banco Central de Honduras	Datos suministrados directamente por el BCH a la SERNA
		2016 - 2020	Banco Central de Honduras	Documento Honduras en Cifras consultado en <a href="https://www.bch.hn/estadisticas-y-publicaciones-economicas/boletin-estadistico-memoria-anual-y-otras-publicaciones/honduras-en-cifras">https://www.bch.hn/estadisticas-y-publicaciones-economicas/boletin-estadistico-memoria-anual-y-otras-publicaciones/honduras-en-cifras</a>
	Cantidad (masa) de Clínter importado anualmente	2005 - 2015	Banco Central de Honduras	Datos suministrados directamente por el BCH a la SERNA
	Cantidad (masa) de Clínter exportado anualmente	2005 - 2015	Banco Central de Honduras	Datos suministrados directamente por el BCH a la SERNA
2.A.2 Producción anual de cemento	Producción anual de cal (masa)	2014 - 2020	INHGEOMIN	Se tienen datos desde el año 2014. Se hace ajuste para el año 2015 por diferencia de datos de actividad entre Primer IBA 2019 e información reportada en el nuevo INGEI



### 3.5.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

En la Tabla 3.10 se detallan los valores de los factores de emisión empleados y las fuentes de información que indican su procedencia.

Tabla 3.10 Factores de emisión empleados en el cálculo 2A1

Categorías incluidas en el inventario nacional serie	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
2.A.1 Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006, volumen 3, capítulo 2, ecuación 2.4	Factor de emisión del Clinker en el cemento: 0.52 toneladas CO <sub>2</sub> /toneladas clinker
2.A.1 Producción de cal	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006, volumen 3, capítulo 2, cuadro 2.4	Factor de emisión - cal con fuerte proporción de calcio: 0.75 toneladas CO <sub>2</sub> /toneladas cal

### 3.5.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para la subcategoría 2.A.1 Producción de cemento, no se realizaron recálculos en la serie temporal, todos los datos de actividad provienen de la misma fuente de emisión, el BCH. La fracción de Clinker en el cemento, dado la falta de información, se mantuvo el uso del factor por defecto dado por el IPCC.

En cuanto a la subcategoría 2.A.2 Producción de cal, solo se reportaron datos desde el año 2014 al 2020. A pesar de que la información fue suministrada por la misma fuente de información, se observan que los años 2015 y 2020 son especialmente bajos con respecto a la tendencia de los siete años estimados. Durante el proceso de recálculo de la serie temporal 2005 – 2015, INGEOMIN suministró un nuevo dato de actividad para el año 2015, por lo cual se hace la actualización del valor.

### 3.5.3 Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Para la categoría de industrias de los minerales se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 3.11 Plan de mejora – Industria de los minerales

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
2.A.1 Producción de cemento	Se consultó a las empresas cementeras que operan en el país, la fracción de Clinker en el cemento, sin embargo, esta no fue suministrada sino por una de las entidades.	Se recomienda generar un acuerdo institucional entre la SERNA y las empresas productoras de cemento para suministrar datos específicos de su proceso productivo, mejorando así la calidad de la información, e incluso, lograr un nivel metodológico 2 o 3. Dicho acuerdo debe asegurar	Transparencia: Precisión: X Exhaustividad: X Comparabilidad: Consistencia:



3

Módulo de procesos industriales  
y usos de los productos

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
		que la información sea confidencial.	
2.A.2 Producción de cal	Los datos suministrados por INHGEOMIN corresponden a producción de caliza y no de cal cómo se solicita en las directrices IPCC. Dado la disponibilidad de información y con el ánimo de mantener la coherencia en toda la serie temporal, se realizó el cálculo siguiendo la lógica del INGEI 2005 - 2015 (es decir usando los valores de producción de caliza, asumiendo que toda la caliza producida se transforma luego en cal), sin embargo, es necesario revisar la posibilidad de estimar un dato más real sobre la producción de cal	Se recomienda indagar otras fuentes de información (posiblemente con las empresas productoras) sobre la cantidad de cal producida, o bien, realizar consulta a expertos para estimar un dato más verídico ya que actualmente se pueden estar sobreestimando las emisiones de esta subcategoría.	Transparencia: x Precisión: X Exhaustividad: X Comparabilidad: Consistencia:

## 3.6 Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente -categoría 2D

### 3.6.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Subcategoría – Uso de lubricantes y ceras de parafina (2.D.1 y 2.D.2). Para esta categoría Honduras contabiliza las emisiones debidas a las subcategorías de uso de lubricantes y de uso de ceras, ambas estimadas en la subcategoría 2.D.1.

En la Tabla 3.12 se observa las emisiones en Gg de CO<sub>2</sub> eq. Para el año 2020, en esta categoría se generaron 48.40 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que equivalen al 3% del total de emisiones de CO<sub>2</sub> eq del sector IPPU. Al comparar las emisiones del año 2020 respecto al año 2016, se observa un incremento de 7,4 Gg de CO<sub>2</sub> eq, lo que equivale a un 18%.

Tabla 3.12 Sector IPPU – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>2.D</b>	<b>Industria de los minerales</b>	<b>40,99</b>	<b>42,84</b>	<b>44,69</b>	<b>46,55</b>	<b>48,40</b>
2.D.1	Uso de lubricantes	40,99	42,84	44,69	46,55	48,40
2.D.2	Uso de ceras de parafina	IE	IE	IE	IE	IE

IE = incluida en otra parte



3

Módulo de procesos industriales  
y usos de los productos

En cuanto a la serie histórica, En la Figura 3.4 se observa la tendencia de las emisiones de la categoría uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2.D) para la serie temporal 2005-2020. En este periodo se observa a manera general una tendencia de crecimiento especialmente a partir del año 2015



Figura 3.4 Sector IPPU – Uso de productos no energéticos de combustibles. Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2005-2020

### 3.6.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

El cálculo de emisiones de esta categoría se realizó siguiendo la metodología Nivel 1 del IPCC 2006.

#### Ecuación 3-3 Emisiones por el uso de Lubricantes

$$Emisiones\ CO_2 = LC * ODU_{Lubricante} * \frac{4}{12}$$

Fuente: IPCC 2006, volumen 3, capítulo 5.2, Ecuación 5.1, nivel 1

Donde:

- LC = Consumo total de lubricantes, TJ
- CCLubricante = Contenido de carbono de los lubricantes (por defecto), tonelada de C/TJ (=kg. de C/GJ)
- ODU Lubricante = Factor ODU (basado en la composición por defecto de aceites y grasas), fracción
- 44/12 = Factor de conversión de C en CO<sub>2</sub>

#### Ecuación 3-4 Emisiones por el uso de ceras de parafina

$$Emisiones\ CO_2 = PW * CC_{Cera} * ODU_{Cera} * \frac{4}{12}$$

Fuente: IPCC 2006, volumen 3, capítulo 5.3, Ecuación 5.4, nivel 1



Donde:

- PW = Consumo total de ceras, TJ
- CCCera = Contenido de carbono de las ceras de parafina (por defecto), tonelada de C/TJ (=Kg. de C/GJ)
- ODUcera = Factor ODU de la cera de parafina, fracción
- 44/12 = Factor de conversión de C en CO<sub>2</sub>

### 3.6.2.1 Datos de actividad específicos por categoría

En la Tabla 3.13 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente y las respectivas fuentes de información.

Tabla 3.13 Sector IPPU – Datos de actividad categoría Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.D.1 – Uso de lubricantes	Consumo anual (masa) de lubricantes	2005 - 2015	BCH	
2.D.2 – Uso de ceras de parafina	Consumo anual (masa) de cera parafínica	2016 - 2020	Datos proyectados	Dado que para el INGEI 2016 - 2020 no se contó con los datos de actividad solicitados a las entidades pertinentes, se tomaron los datos históricos (2005 - 2015) y se proyectaron hasta el 2020

### 3.6.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

En la Tabla 3.14 se detallan los valores de los factores de emisión empleados y las fuentes de información que indican su procedencia.

Tabla 3.14 Factores de emisión empleados en el cálculo 2D1 -2D2

Categorías incluidas en el Inventario nacional serie	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
2.D.1 – Uso de lubricantes	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006, volumen 3, capítulo 5, cuadro 5.2	Fracciones de oxidación por defecto para aceites lubricantes, grasas y lubricantes en general: 0.2 (fracción)
2.D.2 – Uso de ceras de parafina	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006, volumen 3, capítulo 5, cuadro 2.4	Fracciones de oxidación por defecto para aceites lubricantes, grasas y lubricantes en general: 0.2 (fracción)



### 3.6.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Dado que no se contó con datos de actividad para la estimación de emisiones de la categoría para el periodo 2016 – 2020, se debió recurrir a la proyección de los datos de actividad a partir de los valores históricos consignados en el INGEI 2005 – 2015, presentado en el BUR1 de Honduras. La serie temporal fue validada por la SERNA y usada en la estimación de emisiones.

### 3.6.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría

Para la categoría de Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 3.15. Plan de mejora – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente se proponen

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
2.D.1 Uso de lubricantes y cera de parafina	No se tiene claridad sobre la entidad de orden nacional que debe proveer los datos de actividad para esta categoría.	Se recomienda identificar la entidad de orden nacional que puede proveer información relacionada con la categoría y/o identificar las industrias existentes en el país que hacen uso de lubricantes y cera de parafina, quienes podrían potencialmente proveer información más verificada	Transparencia: X
			Precisión:
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad:
			Consistencia: X

## 3.7 Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono – categoría 2F

### 3.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Con el Protocolo de Montreal suscrito en 1987 la producción y el consumo de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) se ha limitado a nivel mundial. Honduras ratificó este convenio en 1993 y con ello, sus objetivos. Estas sustancias se han sustituido por los hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC), que no cuentan con potencial de agotamiento de ozono (PAO). Sin embargo, si tienen un potencial de calentamiento global lo que implica un impacto en el fenómeno del cambio climático. Por tal motivo, con la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal firmada en 2016, se abarcó la reducción de la producción y consumo de los HFC y así prevenir futuras emisiones de GEI. En esta categoría Honduras abarca la estimación de emisiones GEI generadas por el uso de HFC en la subcategoría de refrigeración y aire acondicionado.

En la Tabla 3.16 se observa las emisiones en Gg de CO<sub>2</sub> eq generadas por la categoría Usos de productos como sustitutos para las SAOs, en la subcategoría refrigeración y aire acondicionado. En el año 2020 las emisiones alcanzaron un valor de 1014,45 Gg de CO<sub>2</sub> eq, lo que equivale a 55% del total de emisiones generadas en el sector IPPU.

Tabla 3.16. Sector IPPU – Usos de productos como sustitutos para las SAOs. Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2016-2020.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
2.F	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono	837,87	931,19	1.164,51	1.355,76	1.014,45
2.F.1	Refrigeración y aire acondicionado	837,87	931,19	1.164,51	1.355,76	1.014,45

Adicionalmente, en la Tabla 3.17 se presentan las emisiones por tipo de sustancia HFC en unidades de CO<sub>2</sub> eq. En el año 2020 la sustancia HFC 134a es la más emitida con el 36% del total de la subcategoría.

Tabla 3.17. Sector IPPU – Usos de productos como sustitutos para las SAOs. Emisiones por tipo de sustancia (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2016-2020

Año	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea
2016	23,66	222,93	347,29	0,00	243,98	0,00
2017	27,54	256,83	376,03	0,00	270,79	0,00
2018	43,47	381,89	434,67	0,03	302,77	1,68
2019	41,33	394,28	578,66	0,02	341,13	0,34
2020	27,73	308,77	364,73	0,02	313,21	0,00
2016	23,66	222,93	347,29	0,00	243,98	0,00

En la Figura 3.5 se muestra la tendencia de las emisiones de la categoría Usos de productos como sustitutos para las SAOs, en la serie temporal 2005-2020, donde se observa una tendencia creciente, lo que es entendible al considerar al aumento en el uso de sustancias sustitutas de los SAOs como resultado de la firma del Protocolo de Montreal, el cual precisamente promueve metas y calendarios para la eliminación del consumo y producción de SAOs a partir del uso de sustancias sustitutas.

Dado el potencial de calentamiento global que contienen las sustancias sustitutas, se hace necesario un nuevo y riguroso control sobre el uso de las mismas. En Honduras la Unidad Técnica de Ozono (UTOH) de la SERNA, realiza año a año controles más exhaustivos e incluye sustancias que anteriormente no se monitoreaban.

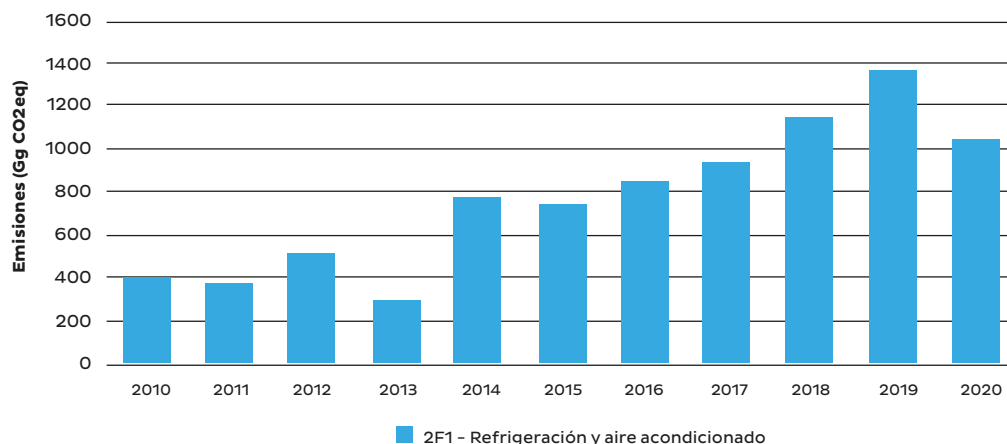


Figura 3.5 Sector IPPU – Usos de productos como sustitutos para las SAOs. Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2010-2020



### 3.7.2 Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

La metodología para la estimación de esta categoría se basa en el Anexo 2 “Emisiones Potenciales (Anteriormente Nivel 1 Para Consumo De Hfc, Pfc, Y Sf6)” de las Directrices IPCC 2006 – Volumen 3. (IPCC, 2006). El nivel 1 conocido como básico o potencial”, supone que las emisiones ocurren durante el año en que se produce o se vende el producto químico en un sector determinado de usuarios finales. Por lo tanto, en la ecuación de cálculo. Mientras que en el nivel 2 o método real, tiene en cuenta el lapso transcurrido entre el consumo y las emisiones de los sustitutos (IPCC, 2000).

En la ecuación que se detalla a continuación, el consumo neto de una sustancia química se entiende como la producción, más las importaciones, menos las exportaciones.

Ecuación 3-5 Emisiones Potenciales (Anteriormente Nivel 1)

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones} - \text{Destrucción} * \text{PCG}$$

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub> eq = Emisiones de CO<sub>2</sub> eq producidas por la subcategoría
- Producción = Producción de la sustancia química
- Importación = Importación de la sustancia química a granel
- Exportación = Exportación de la sustancia química a granel
- Destrucción = Destrucción de la sustancia química

Si bien el método de nivel 1 requiere menos datos, este por lo general puede producir estimaciones muy inexactas en el corto plazo, porque en muchas fuentes de larga vida útil, como los refrigeradores, los productos químicos se emiten por un período de varios años, por lo tanto, este nivel ya no es recomendado por el IPCC dado que por su enfoque tiende a sobreestimar en exceso las emisiones de la categoría (IPCC, 2000).

#### 3.7.2.1 Datos de actividad específicos por subcategoría

En la Tabla 3.18 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría Usos de productos como sustitutos para las SAOs - Refrigeración y aire acondicionado, y las respectivas fuentes de información.

Tabla 3.18 Sector IPPU – Datos de actividad categoría Usos de productos como sustitutos para las SAOs - Refrigeración y aire acondicionado

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.F.1 – Uso de lubricantes	Producción nacional, importaciones y exportaciones, por sustancia o mezcla que contenga algún sustituto SAO	2010 - 2020	Unidad Técnica de Ozono (UTOH) de la SERNA	Honduras reporta valores anuales de importaciones de HFC. La UTOH es la fuente de información oficial para proveer los datos de actividad de esta categoría. Para los años 2016 y 2017 no se contaron con datos reportados por lo cual se completa la serie temporal, interpolando los valores necesarios. Estos fueron validados por el equipo técnico de la UTOH.





### 3.7.2.2 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para la serie temporal de 2010 al 2020 se obtuvieron datos de importaciones de HFC consolidados por la SERNA a través de la UTOH en los formatos revisados del informe del programa de país presentado a la UNEP anualmente. Honduras no reporta valores de producción ni de exportación de dichas sustancias. Para los años 2016 y 2017 no se contaron con datos reportados por lo cual se completó la serie temporal, interpolando los valores necesarios. Estos fueron validados por el equipo técnico de la UTOH.

### 3.7.3 Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Para la categoría de Usos de productos como sustitutos para las SAOs se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 3.19 Plan de mejora – Usos de productos como sustitutos para las SAOs

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
2.F.1 Refrigeración y aire acondicionado	Se cuenta con información básica y agregada sobre el uso de HFC	Se recomienda generar mejor información y con más nivel de detalle sobre esta subcategoría para poder hacer uso de niveles metodológicos más precisos que dispone el IPCC, y con ello estimar emisiones más exhaustivas y confiables.	Transparencia:
			Precisión: X
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad:
			Consistencia:

## 3.8 Otros – Industria de la alimentación y la bebida – subcategoría 2.H.2

La categoría que se detalla a continuación se presenta a manera informativa y sus emisiones no están incluidas en el total de las emisiones de GEI. Específicamente, la subcategoría de industrias de alimentos y bebidas genera emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del metano (COVDM), siendo este un gas indirecto (precursor de ozono troposférico y contaminante local) que en la atmósfera pueden transformarse en gases de efecto invernadero.

A diferencia de las demás categorías anteriormente expuestas y con emisiones directas de GEI, La metodología seguida para la estimación de COVDM es la definida por el Programa cooperativo para la vigilancia y evaluación de la transmisión a larga distancia de los contaminantes del aire en Europa EMEP/CORINAIR (EEA, 2005).

De acuerdo con la disponibilidad de información, los datos de actividad utilizados para la estimación de emisiones corresponden a valores de las estadísticas nacionales generadas por el BCH. Como factor de emisión, se toma el valor por defecto dado en la Table 3-1 Tier 1 emission factors for source category 2.H.2 Food and beverages industry de la metodología EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 – Update Nov. 2016 – 2.H.2 Food and beverages industry (European Environment Agency, 2024).

En la Tabla 3.20 se observa las emisiones en Gg de COVDM generadas por la subcategoría Industrias de alimentos para la serie temporal 2005 – 2020, donde se observa una tendencia en aumento. Al comparar las emisiones del año 2020 respecto al año 2005, se observa un aumento del 79%.

Tabla 3.20 Sector IPPU - Industria de la alimentos y bebidas. Emisiones de COVDM (Gg) serie 2005-2020.

Año	Emisión de COVDM (Gg)
2005	1,75
2006	1,82
2007	1,91
2008	1,99
2009	2,21
2010	2,28
2011	2,35
2012	2,47
2013	2,59
2014	2,69
2015	2,79
2016	2,94
2017	3,05
2018	3,18
2019	3,30
2020	3,13

Durante el ejercicio de revisión del INGEI 2005 – 2015 presentado en el BUR1 de 2019, se observó un error de cálculo en la estimación de emisiones de esta subcategoría, por lo cual, se recalculó toda la serie temporal de 2005 hasta el 2020. En la Tabla 3.21 se presentan los datos que permiten observar las implicaciones/efectos que los recálculos del INGEI 2005 - 2015 han tenido, en la tendencia de las emisiones de GEI para la subcategoría 2.H.2 Industria de alimentos y bebidas.

 Tabla 3.21 Industria de alimentos y bebidas. Comparación entre emisiones de GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) del INGEI 2005-2015 (BUR1) y el INGEI 2005-2020 (BUR2).

INGEI	2000	2005	2010	2015
BUR1	0.61	0.68	0.82	0.97
BUR2	1,64	1,75	2,28	2,79
<b>Diferencia</b>	<b>1,03</b>	<b>1,07</b>	<b>1,46</b>	<b>1,82</b>
<b>Diferencia %</b>	<b>169%</b>	<b>157%</b>	<b>178%</b>	<b>188%</b>



## Bibliografía

3

Módulo de procesos industriales  
y usos de los productos

BCH. (2023). Banco Central de Honduras. Honduras en Cifras. Obtenido de <https://www.bch.hn/estadisticas-y-publicaciones-economicas/boletin-estadistico-memoria-anual-y-otras-publicaciones/honduras-en-cifras>

EEA. (2005). "EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook – 2005". Copenhagen, Denmark: European Environment Agency, Technical report No 30.

European Environment Agency. (2024). Obtenido de EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2016: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/2-industrial-processes/2-h-other-industry-production/2-h-2-food-and/view>

IPCC. (2000). Orientación del IPCC sobre buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

IPCC. (2006). Anexo 2 "Emisiones Potenciales (Anteriormente Nivel 1 Para Consumo De Hfc, Pfc, Y Sf6)".

IPCC. (2006). Capítulo 7. Emisiones de los sustitutos fluorados para las sustancias que agotan la capa de ozono.

Myhre, G. D.-M.-F. (2013). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midg. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.



Secretaría de  
Recursos Naturales  
y Ambiente

# 4

## Módulo de Agricultura, Silvicultura y otros usos de la Tierra

Informe del Inventario Nacional  
de Gases de Efecto Invernadero  
2016-2020 de Honduras



## Contenido

4.1 Panorama general de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra.....	101
4.1.1 Descripción del Módulo.....	101
4.1.2 Tendencia de los GEI de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU.....	101
4.1.3 Tendencia de gases.....	109
4.1.4 Aspectos metodológicos generales del módulo.....	110
4.2 Nuevos cálculos del Módulo.....	112
4.3 Incertidumbre específica del Módulo.....	113
4.4 Actividades de GCCV del Módulo AFOLU.....	115
4.5 Ganadería - categoría 3A.....	115
4.5.1 Panorama general del sector.....	115
4.5.2 Aspectos metodológicos específicos del sector.....	117
4.5.3 Fermentación entérica - 3A1.....	121
4.5.4 Gestión de estiércol - 3A2.....	122
4.6 Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y Silvicultura - categoría 3B.....	123
4.6.1 Panorama general del sector.....	123
4.6.2 Tierras forestales - 3B1.....	149
4.6.4 Pastizales -3B3.....	158
4.6.5 Humedales- 3B4.....	161
4.6.6 Asentamientos - 3B5.....	164
4.6.7 Otras tierras - 3B6.....	166
4.7 Fuentes agregadas y emisiones de no CO2 provenientes de la tierra - categoría 3.....	168
4.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	168
4.7.2 Emisiones por quemado de biomasa - 3C1.....	170
4.7.3 Encalado - 3C2.....	172
4.7.4 Aplicación de urea - 3C3.....	175
4.7.5 Emisiones directas e indirectas de N2O de suelos gestionados - 3C4 - 3C5.....	178
4.7.6 Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol -3C6.....	186
4.7.7 Cultivo de arroz - 3C7.....	189
Bibliografía.....	195



## Lista de figuras

Figura 4.1. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones de GEI por categoría (Gg CO2 eq) 2005-2020.....	109
Figura 4.2. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones por cada GEI (Gg CO2 eq) 2005-2020.....	110
Figura 4.3. Análisis de sensibilidad para el módulo AFOLU.....	115
Figura 4.4. Sector - 3A Ganadería: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	117
Figura 4.5. Categoría - 3A1 Fermentación entérica: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	122
Figura 4.6. Categoría - 3A1 Gestión de estiércol: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	123
Figura 4.7. Sector 3B Tierras: emisiones de GEI por categoría (Gg CO2 eq), serie 2005 a 2020....	149
Figura 4.8. Categoría 3B1 Tierras Forestales - Emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	150
Figura 4.9. Categoría 3B2 Tierras de cultivo - Emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	155
Figura 4.10. Categoría 3B3 Pastizales - Emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría de, serie 2005-2020.....	158
Figura 4.11. Categoría 3B4 Humedales - Emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	161
Figura 4.12. Categoría 3B5 Asentamientos - Emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	164
Figura 4.13. Sector 3C Fuentes agregadas y emisiones de no CO2 provenientes de la tierra: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	169
Figura 4.14. Categoría 3C1 Emisiones por quemado de biomasa: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020.....	170
Figura 4.15. Categoría 3C2 Encalado: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) serie 2005-2020.....	173
Figura 4.16. Sector AFOLU - 3C3 - Aplicación de urea: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) serie 2005-2020.....	176
Figura 4.17. Categoría 3C4 Emisiones directas de N2O de suelos gestionados: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) serie 2005-2020.....	179
Figura 4.18. Categoría 3C5 Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) serie 2005-2020.....	180
Figura 4.19. Categoría 3C6 Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) serie 2005-2020h.....	186
Figura 4.20. Categoría 3C7 Cultivo de arroz: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría serie 2005-2020.....	190



## Lista de tablas

Tabla 4.1. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones de GEI por categoría y subcategoría (Gg) año 2020.....	103
Tabla 4.2. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones de GEI por categoría (Gg CO2 eq).....	109
Tabla 4.3. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones por cada GEI (Gg CO2 eq) 2016-2020.....	110
Tabla 4.4. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: métodos aplicados por categoría.....	111
Tabla 4.5. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: comparación entre emisiones de GEI (Gg CO2 eq) del inventario 2005-2015 (BUR1) y el inventario 2005-2020 (BUR2).....	112
Tabla 4.6. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: Comparación de emisiones de GEI (Gg CO2 eq) del sector 3B Tierras para los años 2005 y 2015 del inventario de GEI del BUR 1 y el actual inventario de GEI.....	113
Tabla 4.7. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU – Incertidumbre combinada .....	114
Tabla 4.8. Sector 3A Ganadería: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2016-2020 .....	116
Tabla 4.9. Sector 3A Ganadería: Datos de actividad 3A1 Fermentación entérica 3A2 Gestión de estiércol.....	118
Tabla 4.10. Sector 3A Ganadería: 3A1 Fermentación entérica - 3A2 Gestión de estiércol: Factores de emisión empleados en el cálculo.....	119
Tabla 4.11. Plan de mejora – Sector 3A Ganadería.....	120
Tabla 4.12. Categoría - 3A1 Fermentación entérica: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2016-2020.....	121
Tabla 4.13. Categoría - 3A2 Gestión de estiércol: emisiones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2016-2020.....	122
Tabla 4.14. Sector 3B Tierras: métodos aplicados por categoría.....	129
Tabla 4.15. Fuentes de información de los factores de emisión usados para estimar las emisiones del sector 3B Tierras.....	130
Tabla 4.16 Factores de emisión usados para estimar las emisiones del sector 3B Tierras.....	136
4.6.1.3 Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación.....	139
Tabla 4.17. Definiciones de las categorías y subcategorías de uso de la tierra para el sector 3B Tierras.....	139
Tabla 4.18. Matriz de representación coherente de la tierra para la serie temporal 1990-2020 .....	142
Tabla 4.19. Homologación Categorías IPCC y Actividades REDD+.....	147
Tabla 4.20. Sector 3B Tierras: Balance de emisiones de GEI por categoría (Gg CO2 eq).....	148



Tabla 4.21. Categoría 3B1 Tierras Forestales - Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020.....	150
Tabla 4.22. Categoría 3B1 Tierras Forestales- Datos de actividad (superficie en ha) de tierras forestales que permanecen como tales y tierras convertidas en tierras forestales, 2005 - 2020. ....	151
Tabla 4.23. Categoría 3B1 Tierras Forestales - Datos de actividad de disturbios reportados en tierras forestales que permanecen en ha, 2005 - 2018.....	152
Tabla 4.24. Plan de mejora - Categoría 3B1 Tierras Forestales.....	153
Tabla 4.25. Categoría 3B2 Tierras de cultivo - Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020.....	154
Tabla 4.26. Categoría 3B2 Tierras de cultivo - Datos de actividad (superficie en ha) de tierras de cultivo que permanecen como tales y tierras convertidas en tierras de cultivo, 2005 - 2020. ....	156
Tabla 4.27. Plan de mejora - Categoría 3B2 Tierras de cultivo.....	156
Tabla 4.28. Categoría 3B3 Pastizales - Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría de Pastizales, serie 2016-2020.....	158
Tabla 4.29. Categoría 3B3 Pastizales - Datos de actividad (superficie en ha) de pastizales que permanecen como tales y tierras convertidas en pastizales, 2005 - 2020.....	159
Tabla 4.30. Plan de mejora - Categoría 3B3 Pastizales.....	160
Tabla 4.31 Categoría 3B4 Humedales - Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría de Humedales, serie 2016-2020.....	161
Tabla 4.32. Datos de actividad (superficie en ha) de Humedales que permanecen como tales y tierras convertidas en humedales, 2005 - 2020.....	162
Tabla 4.33. Plan de mejora - Categoría 3B4 Humedales.....	163
Tabla 4.34. Categoría 3B5 Asentamientos - Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020.....	164
Tabla 4.35. Categoría 3B5 Asentamientos - Datos de actividad (superficie en ha) de Asentamientos que permanecen como tales y tierras convertidas en asentamientos, 2005 - 2020.....	165
Tabla 4.36. Plan de mejora - Categoría 3B5 Asentamientos.....	166
Tabla 4.37. Categoría 3B6 Otras tierras - Datos de actividad (superficie en ha) de otras tierras que permanecen como tales y tierras convertidas en otras tierras, 2005 - 2020.....	167
Tabla 4.38. Plan de mejora - Categoría 3B6 Otras tierras .....	168
Tabla 4.39. Sector 3C Fuentes agregadas y emisiones de no CO <sub>2</sub> provenientes de la tierra: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020.....	169
Tabla 4.40. Categoría 3C1 Emisiones por quemado de biomasa: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020.....	170
Tabla 4.41. Categoría 3C1 Emisiones por quemado de biomasa: Datos de actividad por quemado de biomasa.....	171





Tabla 4.42. Plan de mejora – 3C1 Emisiones por quemado de biomasa.....	174
Tabla 4.43. Categoría 3C2 Encalado: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016–2020.....	174
Tabla 4.44. Categoría 3C2 Encalado: Datos de actividad.....	174
Tabla 4.45 Categoría 3C2 Encalado: Factores de emisión empleados en el cálculo.....	174
Tabla 4.46. Plan de mejora – Categoría 3C2 Encalado.....	174
Tabla 4.47. Categoría 3C3 Aplicación de urea: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016–2020.....	175
Tabla 4.48. Categoría 3C3 Aplicación de urea: Datos de actividad.....	177
Tabla 4.49. Categoría 3C3 Aplicación de urea: Factores de emisión empleados en el cálculo.....	177
Tabla 4.50. Plan de mejora – Categoría 3C3 Aplicación de urea:.....	178
Tabla 4.51. Categoría 3C4 Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> e) por subcategoría, serie 2016–2020.....	179
Tabla 4.52. Categoría 3C5 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016–2020.....	180
Tabla 4.54. Categoría 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados: Factores de emisión empleados en el cálculo.....	184
Tabla 4.55. Plan de mejora – 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados.....	184
Tabla 4.56. Categoría 3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016–2020.....	186
Tabla 4.57. Categoría 3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol: Datos de actividad.....	188
Tabla 4.58. Categoría 3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol.....	188
Tabla 4.59. Plan de mejora – 3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol.....	188
Tabla 4.60. Categoría 3C7 Cultivo de arroz: emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016–2020.....	188
Tabla 4.61. Categoría 3C7 Cultivo de arroz: Datos de actividad.....	192
Tabla 4.62. Categoría 3C7 Cultivo de arroz.....	192
Tabla 4.63. Plan de mejora – 3C7 Cultivo de arroz.....	194

## Lista de ecuaciones

Ecuación 4-1. Emisiones por fermentación entérica de una categoría de ganado.....	118
Ecuación 4-2. Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de la gestión del estiércol.....	118
Ecuación 4-3. Cambios en las existencias anuales de carbono para una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de cada uno de los estratos dentro de la categoría.....	118



Ecuación 4-4. Cambios en las existencias anuales de carbono para todo el sector AFOLU estimadas como la suma de los cambios en todas las categorías de uso de la tierra.....	118
Ecuación 4-5. Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra.....	118
Ecuación 4-6. Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra.....	127
Ecuación 4-7. Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra.....	127
Ecuación 4-8. Pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones.....	127
Ecuación 4-9. Estimación de emisiones de GEI a causa del fuego.....	127
Ecuación 4-10. Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra.....	128
Ecuación 4-11. Cambio inicial en las existencias de carbono en la biomasa de tierras convertidas a otra categoría de la tierra.....	128
Ecuación 4-12. Cambio anual en las existencias de carbono orgánico en suelos minerales.....	129
Ecuación 4-13. Estimación de emisiones de GEI a causa del fuego.....	172
Ecuación 4-14. Emisiones anuales de CO <sub>2</sub> por aplicación de cal.....	174
Ecuación 4-15. Emisiones anuales de CO <sub>2</sub> por aplicación de urea.....	177
Ecuación 4-16. Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados.....	182
Ecuación 4-17. Emisiones directas anuales de N <sub>2</sub> O-N producidas por aportes de N a suelos gestionados.....	182
Ecuación 4-18. Emisiones directas anuales de N <sub>2</sub> O-N de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo.....	182
Ecuación 4-19. N <sub>2</sub> O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados.....	183
Ecuación 4-20. Emisiones de N <sub>2</sub> O por lixiviación/escurrimiento de N de suelos gestionados en regiones donde se producen estos fenómenos.....	183
Ecuación 4-21. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol.....	188
Ecuación 4-22. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O debidas a lixiviación de la gestión del estiércol.....	188
Ecuación 4-23. Emisiones de CH <sub>4</sub> producidas por el cultivo de arroz.....	192
Fuente: Ecuación 5.1, capítulo 5, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006.....	192
Ecuación 4-23. Emisiones de CH <sub>4</sub> producidas por el cultivo de arroz.....	192
Ecuación 4-24. Factor ajustado de emisión diaria.....	192
Ecuación 4-25. Factores de ajuste de emisión de CH <sub>4</sub> adaptado para agregados orgánicos.....	192



## CAPÍTULO 4: MÓDULO DE AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA (AFOLU)

4

Módulo de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

### 4.1 Panorama general de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

#### 4.1.1 Descripción del Módulo

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero el módulo Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU), incluye tres grandes sectores: 3A Ganado, 3BTierras y 3C Fuentes agregadas.

**3A Ganado:** estima todas las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de ganadería que registran poblaciones en un lugar específico. Constituye las emisiones por fermentación entérica de todas las categorías pecuarias existentes en el país y las emisiones directas e indirectas por la gestión del estiércol.

**3B Tierras:** Conocido también como Uso de la Tierra y Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) se reportan emisiones netas (balance entre emisiones y absorciones de GEI) de CO<sub>2</sub> eq, por cambios anuales de las existencias de carbono que se dan debido a la gestión y a la conversión de seis categorías de uso de la tierra que se encuentran en un país: Tierras forestales, Tierras de cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras tierras.

**3C Fuentes agregadas:** cuantifica todas las emisiones de GEI no-CO<sub>2</sub> de coberturas gestionadas: quema de biomasa, emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la aplicación de cal y urea en suelos agrícolas, emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O producidas por agregados antropogénicos al suelo, emisiones indirectas de los sistemas de gestión del estiércol y CH<sub>4</sub> procedente del cultivo de arroz.

#### 4.1.2 Tendencia de los GEI de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra- AFOLU

Para el año 2020 el módulo AFOLU representó el 30,9% (5.123,64 Gg de CO<sub>2</sub> eq) del total de las emisiones del Inventario GEI, en donde las categorías con mayor representatividad de este módulo son: 3B1 Tierras forestales, 3B3 Pastizales y 3A1 Fermentación entérica.

El promedio anual de las emisiones de GEI estimadas entre el periodo 2005 - 2020 de AFOLU fue de -14.752,9 Gg de CO<sub>2</sub> eq. De estas emisiones de GEI, el sector Agricultura (3A y 3C) corresponde a 5.092,1 Gg de CO<sub>2</sub> eq, representado el 20,4% de las emisiones de AFOLU. Por su parte el sector 3B, representó el 79,6% del módulo para la serie histórica.

En 2020, en el sector 3A se estimaron 3.050,5 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que corresponde al 55,6% del total de las emisiones del módulo AFOLU para este año; el sector 3B representó el 3,3%, lo cual corresponde a -179.1 Gg de CO<sub>2</sub> eq y; para el sector 3C se estimaron 2.252,2 Gg de CO<sub>2</sub> eq (41,1%). Dentro del sector Agricultura (sectores 3A y 3C), la categoría 3A representó el 57,5%. Dentro del sector 3A, la categoría 3A1 Fermentación entérica presenta la mayor contribución, con un promedio histórico (2005 - 2020) de emisiones de 3.217,1 Gg de CO<sub>2</sub> eq, siendo la categoría de mayor relevancia en emisiones de CH<sub>4</sub> (contribución de 63,1% en el sector de la agricultura), debido a la población de especies pecuarias que en su mayoría pertenecen a ganado vacuno.

Por otra parte, las emisiones y absorciones de GEI de la categoría 3B Tierras, aporta un promedio anual (2005 - 2020) de -19.845 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Las categorías que más contribuyen a las emisiones netas históricas son: 3B1 - Tierras forestales (71,3%), 3B3 - Pastizales (24,4%) y 3B2 - Tierras de cultivo (2,9%). Para todos los años la



categoría obtiene como resultado un balance neto negativo (mayores absorciones que emisiones), a excepción del año 2016 (2.310,3 Gg de CO<sub>2</sub> eq), el cual se encuentra asociado al comportamiento de dos categorías; 3.B.3 Pastizales, que reporta las mayores emisiones y 3.B.1 Tierras Forestales, que reporta las menores absorciones históricas (Tabla 4.1).

Para el caso de la categoría 3C Fuentes agregadas y emisiones de no CO<sub>2</sub> provenientes de la tierra, se estimó en el año 2020, 2.252,2 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que corresponde al 41,1% del total de las emisiones del módulo AFOLU y al 42,5% dentro del sector de la Agricultura (3A y 3C). Los datos presentan una tendencia creciente en el transcurso de los años con valores totales que fluctúan entre 1.354,5 y 2.252,2 Gg de CO<sub>2</sub> eq (2015 y 2020 respectivamente). Con base en los resultados, las mayores emisiones se producen en la categoría 3C4 - Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados, para la cual se estimó un promedio histórico de emisiones de 1.163,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq, en donde sobresalen las subcategorías 3C4f - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP) (promedio anual de 790,7 Gg de CO<sub>2</sub> eq), seguido de las emisiones de 3C4a - Fertilizante sintético (FSN) (promedio anual de 325,2 Gg de CO<sub>2</sub> eq).

La Tabla 4.1 detalla el aporte de emisiones y absorciones en las categorías y subcategorías del módulo Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU para el último año reportado en el inventario (2020).



Tabla 4.1. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones de GEI por categoría y subcategoría (Gg) año 2020.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2</sub> eq)	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	Gg CO <sub>2</sub> eq
3	AFOLU	-104,77	3.312,75	1.915,66									5.123,64
3A	Ganadería	NA	2.963,42	87,06									3.050,49
3A1	Fermentación entérica	NA	2.862,80	NA									2.862,80
3A1a	Total Ganado Vacuno	NA	2.849,62	NA									2.849,62
3A1ai	Ganado vacuno lechero	NA	978,67	NA									978,67
3A1aii	Otro ganado vacuno	NA	1.870,95	NA									1.870,95
3A1b	Búfalos	NA	NE	NA									-
3A1c	Ovinos	NA	NE	NA									-
3A1d	Caprinos	NA	NE	NA									-
3A1f	Caballos	NA	NE	NA									-
3A1g	Mulas y asnos	NA	NE	NA									-
3A1h	Porcinos	NA	13,18	NA									13,18
3A1j	Aves	NA	NA	NA									-
3A2	Gestión de estiércol	NA	100,63	87,06									187,69
3A2a	Total Ganado Vacuno	NA	64,48	NE-									64,48
3A2ai	Ganado vacuno lechero	NA	31,07	NE									31,07
3A2aii	Otro ganado vacuno	NA	33,41	NE									33,41
3A2b	Búfalos	NA	NE	NE									-
3A2c	Ovinos	NA	NE	NE									-
3A2d	Caprinos	NA	NE	NE									-
3A2f	Caballos	NA	NE	NE									-
3A2g	Mulas y asnos	NA	NE	NE									-
3A2h	Porcinos	NA	26,35	16,42									42,78



4

Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2</sub> eq)	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	Gg CO <sub>2</sub> eq
3A2j	Aves	NA	9,8	70,64									80,44
3.B	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	-179,08	-	-					-	-	-		-179,08
3.B.1	Tierras forestales	- 28.312,33	-	-					-	-	-		- 28.312,33
3.B.1.a	Tierras forestales que permanecen como tales	- 25.369,06	EI	EI					NE	NE	NE		- 25.369,06
3.B.1.b	Tierras convertidas en tierras forestales	-2.943,27	-	-					-	-	-		-2.943,27
3.B.1.b.i	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	-1.871,93	NA	NA									-1.871,93
3.B.1.b.ii	Pastizales convertidos en tierras forestales	-1.029,97	NA	NA									-1.029,97
3.B.1.b.iii	Humedales convertidos en tierras forestales	-19,70	NA	NA									-19,70
3.B.1.b.iv	Asentamientos convertidos en tierras forestales	-	NA	NA									-
3.B.1.b.v	Otras tierras convertidas en tierras forestales	-21,67	NA	NA									-21,67
3.B.2	Tierras de cultivo	1.292,33	-	-					-	-	-		1.292,33
3.B.2.a	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-437,44	EI	EI					NE	NE	NE		-437,44
3.B.2.b	Tierras convertidas en tierras de cultivo	1.729,78	-	-					-	-	-		1.729,78
3.B.2.b.i	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	2.514,23	NA	NA									2.514,23
3.B.2.b.ii	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	-721,93	NA	NA									-721,93
3.B.2.b.iii	Humedales convertidos en tierras de cultivo	-62,52	NA	NA									-62,52
3.B.2.b.iv	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	-	NA	NA									-
3.B.2.b.v	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	-	NA	NA									-
3.B.3	Pastizales	24.971,93	-	-					-	-	-		24.971,93



4

Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2</sub> eq)	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	Gg CO <sub>2</sub> eq
3.B.3.a	Pastizales que permanecen como tales	49,73	El	El					NE	NE	NE		49,73
3.B.3.b	Tierras convertidas en pastizales	24.922,20	-	-					-	-	-		24.922,20
3.B.3.b.i	Tierras forestales convertidas en pastizales	24.859,66	NA	NA									24.859,66
3.B.3.b.ii	Tierras de cultivo convertidas en pastizales	104,21	NA	NA									104,21
3.B.3.b.iii	Humedales convertidos en pastizales	-41,68	NA	NA									-41,68
3.B.3.b.iv	Asentamientos convertidos en pastizales	-	NA	NA									-
3.B.3.b.v	Otras tierras convertidas en pastizales	-	NA	NA									-
3.B.4	Humedales	1.025,94	-	-					-	-	-		1.025,94
3.B.4.a	Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE		-
3.B.4.b	Tierras convertidas en humedales	1.025,94	-	-					-	-	-		1.025,94
3.B.4.b.i	Tierras forestales convertidas en humedales	758,69	NA	NA									758,69
3.B.4.b.ii	Tierras de cultivo convertidas en humedales	143,61	NA	NA									143,61
3.B.4.b.iii	Pastizales convertidos en humedales	123,65	NA	NA									123,65
3.B.4.b.iv	Asentamientos convertidos en humedales	-	NA	NA									-
3.B.4.b.v	Otras tierras convertidas en humedales	-	NA	NA									-
3.B.5	Asentamientos	843,05	-	-					-	-	-		843,05
3.B.5.a	Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE		NE
3.B.5.b	Tierras convertidas en asentamientos	843,05	-	-					-	-	-		843,05
3.B.5.b.i	Tierras forestales convertidas en asentamientos	357,35	NA	NA									357,35



## 4

## Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2</sub> eq)	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	Gg CO <sub>2</sub> eq
3.B.5.b.ii	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	106,15	NA	NA									106,15
3.B.5.b.iii	Pastizales convertidos en asentamientos	379,56	NA	NA									379,56
3.B.5.b.iv	Humedales convertidos en asentamientos	-	NA	NA									-
3.B.5.b.v	Otras tierras convertidas en asentamientos	-	NA	NA									-
3.B.6	Otras tierras	-	-	-					-	-	-		-
3.B.6.a	Otras tierras que permanecen como tales	NA	NA	NA					NE	NE	NE		NA
3.B.6.b	Tierras convertidas en otras tierras	-	-	-					-	-	-		-
3.B.6.b.i	Tierras forestales convertidas en otras tierras	-	NA	NA									-
3.B.6.b.ii	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	-	NA	NA									-
3.B.6.b.iii	Pastizales convertidos en otras tierras	-	NA	NA									-
3.B.6.b.iv	Humedales convertidos en otras tierras	-	NA	NA									-
3.B.6.b.v	Asentamientos convertidos en otras tierras	-	NA	NA									-
3C	Fuentes agregadas y emisiones de no CO <sub>2</sub> provenientes de la tierra	74,31	349,33	1.828,60									2.252,23
3C1	Emisiones de GHG por quemado de biomasa	NA	322,79	96,87									419,66
3C1a	Emisiones del quemado de biomasa en tierras forestales	NA	307,14	85,56									392,7
3C1b	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	NA	0,92	0,23									1,15
3C1c	Emisiones del quemado de biomasa en pastizales	NA	14,73	11,09									25,81
3C1d	Emisiones del quemado de biomasa en otras tierras	NA	NO	NO									-





4 Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2</sub> eq)	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	Gg CO <sub>2</sub> eq
3C2	Encalado	4,45	NA	NA									4,45
3C3	Aplicación de urea	69,86	NA	NA									69,86
3C4	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	NA	NA	1,353,80									1,353,80
3C4a	Fertilizante sintético (FSN)	NA	NA	579,13									579,13
3C4b	Fertilizante orgánico (FON)	NA	NA	44,73									44,73
3C4c	Residuos de cultivo incluidos los fijadores de nitrógeno y de forraje en la renovación de pasturas (FCR)	NA	NA	NE									-
3C4d	Mineralización por cambio en el uso o manejo (FSOM)	NA	NA	NE									-
3C4e	Gestión de suelos histosoles (FOS)	NA	NA	NE									-
3C4f	Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	NA	NA	729,94									729,94
3C5	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	NA	NA	362,34									362,34
3C5a	Volatilización - Fertilizante sintético (FSN)	NA	NA	57,91									57,91
3C5b	Volatilización - Fertilizante orgánico (FON)	NA	NA	8,95									8,95
3C5c	Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	NA	NA	72,99									72,99
3C5d	Lixiviación/escorrimento Fertilizante sintético (FSN)	NA	NA	130,3									130,3
3C5e	Lixiviación/escorrimento Fertilizante orgánico (FON)	NA	NA	10,06									10,06
3C5f	Lixiviación/escorrimento Residuos de cultivo incluidos los fijadores de nitrógeno y de forraje en la renovación de pasturas (FCR)	NA	NA	NE									-
3C5g	Lixiviación/escorrimento Mineralización por cambio en el uso o manejo (FSOM)	NA	NA	NE									-



4

Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2</sub> eq)	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	Gg CO <sub>2</sub> eq
3C5h	Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	NA	NA	82,12									82,12
3C6	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol	NA	NA	15,59									15,59
3C6a	Total Ganado Vacuno	NA	NA	NE									-
3C6ai	Ganado vacuno lechero	NA	NA	NE									-
3C6aii	Otro ganado vacuno	NA	NA	NE									-
3C6b	Búfalos	NA	NA	NE									-
3C6c	Ovinos	NA	NA	NE									-
3C6d	Caprinos	NA	NA	NE									-
3C6f	Caballos	NA	NA	NE									-
3C6g	Mulas y asnos	NA	NA	NE									-
3C6h	Porcinos	NA	NA	15,59									15,59
3C6j	Aves	NA	NA	NE									-
3C7	Cultivo de arroz	NA	26,54	NA									26,54
3C7a	Cultivo de arroz riego	NA	4,27	NA									4,27
3C7b	Cultivo de arroz Secano	NA	22,26	NA									22,26
3.D	Productos de madera recolectada	NE											-

NOTAS: NE = NO ESTIMADO; IE = INCLUIDA EN OTRA PARTE; NO = NO OCURRE; SE UTILIZA EL GUIÓN PARA NOTAR QUE EL VALOR ES 0.

En la Tabla 4.2 se incluyen los resultados por categoría de los últimos años actualizados 2016-2020, la cual señala que la mayor contribución histórica de emisiones en el módulo AFOLU, obedece a la categoría de 3B Tierras (promedio anual de -488,4 Gg CO<sub>2</sub> eq entre el periodo 2016 - 2020). En el último año del inventario (2020), aunque el balance de 3B Tierras es negativo, se observa una reducción de las emisiones netas debido a la disminución de las absorciones de 3.B.1 Tierras Forestales y el aumento principalmente de las emisiones de la categoría 3.B.3 Pastizales. Por su parte, las mayores emisiones para 2020 se estiman en la categoría 3A Ganadería (3050,49 Gg CO<sub>2</sub> eq).

Tabla 4.2. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones de GEI por categoría (Gg CO<sub>2</sub> eq).

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020
3.A Ganadería	2.956,90	2.974,00	3.015,20	3.034,60	3.050,50
3.B Tierras	2.310,28	-10.767,66	-6.993,41	-11.157,43	-179,08
3.C Fuentes Agregadas y Emisiones de No CO <sub>2</sub> Provenientes de la Tierra	1.550,40	1.751,70	2.038,80	1.720,80	2.252,20
<b>Balance</b>	<b>6.817,6</b>	<b>-6.042,0</b>	<b>-1.939,5</b>	<b>-6.402,0</b>	<b>5.123,6</b>

La Figura 4.1 muestra la tendencia de las emisiones netas por categoría en el módulo AFOLU. En todos los años las emisiones netas estimadas de GEI se presentan negativas a excepción de 2016 y 2020, debido a que la disminución de absorciones netas reportadas en la categoría 3.B Tierras.

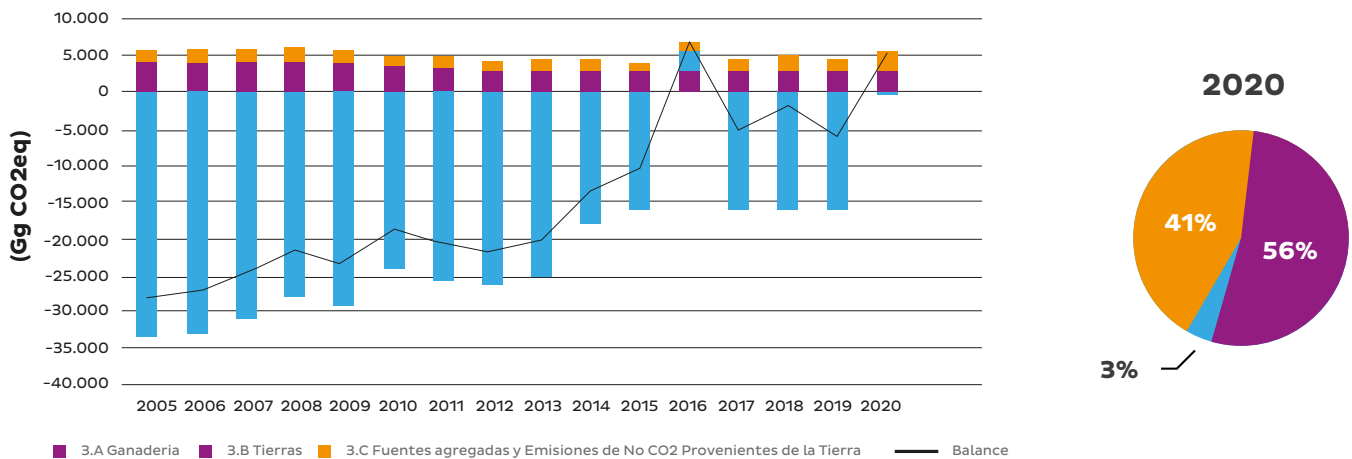


Figura 4.1. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones de GEI por categoría (Gg CO<sub>2</sub> eq) 2005-2020

### 4.1.3 Tendencia de gases

La Tabla 4.3 refleja los valores de las emisiones por gas en la serie 2016-2020. La mayor contribución promedio anual en estos años corresponde a CO<sub>2</sub> (57%) proveniente de la categoría 3B Tierras, seguido de CH<sub>4</sub> (28%) y N<sub>2</sub>O (15%) de las categorías 3A Ganadería y 3C Fuentes agregadas. Para el año 2020, el aporte de los gases se registra en 2,0%, 62,1% y 35,9% para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O respectivamente. En este último año la mayor participación al módulo obedece en su gran mayoría a la categoría 3A Ganadería, debido a la producción de CH<sub>4</sub> entérico.

Tabla 4.3. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones por cada GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) 2016-2020.

GEI	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub>	2.372	-10.701	-6.924	-11.104	-105
CH <sub>4</sub>	2.998	2.963	3.169	3.170	3.313
N <sub>2</sub> O	1.447	1.696	1.815	1.532	1.916
<b>Total</b>	<b>6.818</b>	<b>-6.042</b>	<b>-1.939</b>	<b>-6.402</b>	<b>5.124</b>

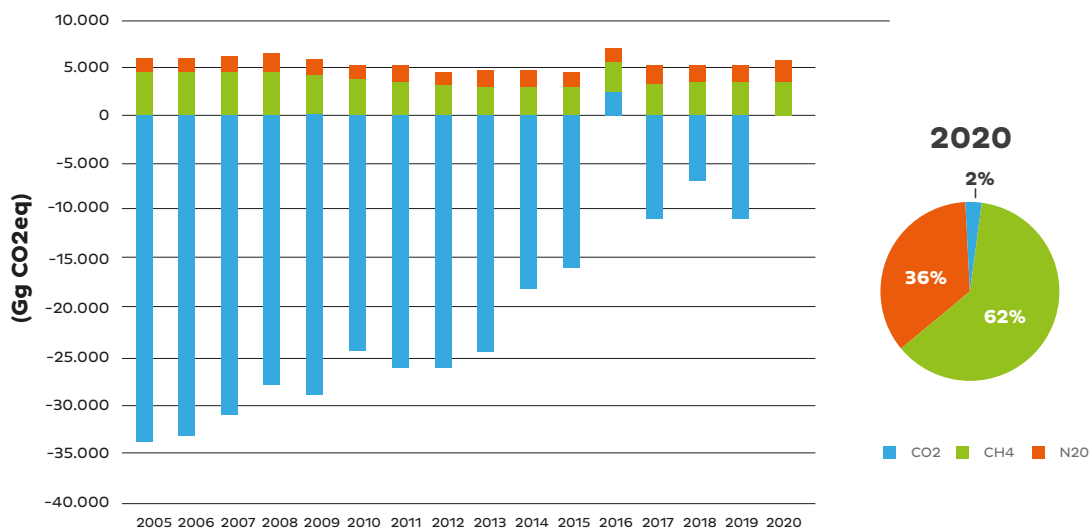


Figura 4.2. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: emisiones por cada GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) 2005-2020

#### 4.1.4 Aspectos metodológicos generales del módulo

El cálculo de emisiones del módulo Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) se realiza considerando las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (serie de tiempo 2005-2020).

Se estiman GEI directos e indirectos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) en los sectores, categorías y subcategorías de AFOLU para las cuales existe información oficial disponible en el país.

En el caso de la categoría 3A Ganadería, la información se presenta en las principales especies generadoras de emisiones por fermentación entérica y gestión de estiércol en el país: ganado vacuno (ganado vacuno lechero y otros vacunos), porcinos y aves

de corral, dado que el país no cuenta con información desagregada por región, especie y categoría de ganado.

Para la categoría 3B Tierras, las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>, se basan en los cambios en las existencias de carbono las cuales se estiman teniendo en cuenta todos los estratos o subdivisiones de la superficie de la tierra seleccionados para una categoría de uso, entre cinco depósitos de carbono. Se contó con amplia información de factores de emisión específicos del país (nivel 2), tomados de los resultados del Inventario Nacional Forestal de Honduras. Cuando no se contó con esta información se tomaron valores por defecto (nivel 1) de las Directrices del IPCC 2006 y Refinamiento de las Directrices del IPCC 2019. En términos



generales se usaron factores nivel 2 para los contenidos e incrementos en los contenidos de carbono de la biomasa y materia orgánica muerta de Tierras Forestales, algunas Tierras de Cultivo y Pastizales. Los demás factores fueron tomados de valores por defecto.

Las categorías 3B4a Humedales que permanecen y, 3B5a Asentamientos que permanecen, no fueron estimadas. Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por incendios de las categorías 3B1, 3B2 y 3B3, se estimaron y reportaron en la categoría 3C1.

En la categoría 3C Fuentes agregadas y emisiones no CO<sub>2</sub> provenientes de la tierra se estimaron todas las subcategorías a excepción de: nitrógeno en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluidos los cultivos

fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de las pasturas (FCR), Mineralización de nitrógeno relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso de la tierra o en la gestión de suelos minerales (FSOM) y Drenaje/gestión de suelos orgánicos (Histosoles) (FOS). Lo anterior debido a que el país actualmente no cuenta con información base oficial para incluirlas dentro del inventario. Es de resaltar que en el plan de mejora de estas categorías se mencionan las acciones a realizar para que en los próximos informes sean incorporadas. Para 3A y 3C se emplearon factores de emisión por defecto acorde a lo sugerido por IPCC (2006) Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: métodos aplicados por categoría

Categoría	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE
3A1 Fermentación entérica	NA	NA	T1, NE	D	T1	D
3A2 Gestión de estiércol	NA	NA	T1	D	T1	D
3.B.1 Tierras forestales	T2, T1,	CS, D,	T2, T1	CS, D	T2, T1	CS, D
3.B.2 Tierras de cultivo	T2, T1,	CS, D,	IE	IE	IE	IE
3.B.3 Pastizales	T2, T1,	CS, D,	IE	IE	IE	IE
3.B.4 Humedales	T2, T1, NE	CS, D, NE	NE	NE	NE	NE
3.B.5 Asentamientos	T2, T1, NE	CS, D, NE	NO	NO	NO	NO
3.B.6 Otras tierras	T2, T1,	CS, D,	NO	NO	NO	NO
3.D. Productos de madera recolectada	NE	NE	NA	NA	NA	NA
3C1 Emisiones de GHG por quemado de biomasa	NA	NA	T1	D	T1	D
3C2 - Encalado	T1	D	NA	NA	NA	NA
3C3 - Aplicación de urea	T1	D	NA	NA	NA	NA
3C4 Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	NA	NA	NA	NA	T1, NE	D
3C5 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	NA	NA	NA	NA	T1, NE	D
3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol	NA	NA	NA	NA	T1	D
3C7 Cultivo de arroz: emisiones de CO <sub>2</sub>	NA	NA	T1	D	NA	NA

Notas: NE = no estimado; IE = incluida en otra parte; NO = no ocurre; CS = factor de emisión país específico; D = factor de emisión por defecto del IPCC

Los principales datos de actividad empleados para la estimación de emisiones y absorciones de GEI del sector UTCUTS, corresponden a las áreas de cambios de uso de la tierra para la serie 2005 -2020, identificadas por medio de la aplicación LUA SPP, desarrollada por la Coalición

de Naciones con Bosques Tropicales (CfRN) para la evaluación del uso de la tierra, la cual cumple con los requisitos de informes sistemáticos de la CMNUCC establecidos por las Directrices del IPCC 2006. Esta aplicación, a partir del acceso gratuito a las imágenes satelitales de Google



Earth pro y Google Earth Engine, mediante formularios previamente contruidos, permitió la identificación de las categorías y subcategorías de uso de la tierra, así como la identificación de cambios que se dan entre diferentes usos de la tierra a través del tiempo.

En el sector de Agricultura (3A y 3C), las estimaciones de 2005-2015 emplearon datos reportados en BUR 1 los cuales consideran fuentes de información oficiales y consulta de expertos del sector agropecuario. Para el caso de la serie de tiempo 2016-2020 en la parte pecuaria se realizaron proyecciones de

poblaciones (ganado vacuno (lechero y otros vacunos))ajustados a partir de datos de FAOSTAT. Respecto a la población porcina y avícola se extrajeron datos de FAOSTAT y se realizó un ajuste de curva con regresión no lineal dado al comportamiento tendencial del histórico (BUR 1). Las principales fuentes de información de datos de actividad para los cálculos del sector agrícola (2016-2020) fueron: Sistema de Estadísticas de Comercio de Centroamérica, poblaciones animales y proyecciones de curvas de mejor ajuste a partir de datos históricos (2005-2015).

## 4.2 Nuevos cálculos del Módulo

El recalclo 2005-2020 implicó modificaciones metodológicas en varias de las categorías de AFOLU que incluyen: la actualización e inclusión de nuevos datos de actividad y supuestos para la reconstrucción de datos faltantes. En 3A se ajustó la población de los animales y se incluyó información de los nuevos años (2016 - 2020). En el sector de 3B se determinaron nuevos datos de actividad (superficies de permanencia y cambio) para toda la serie temporal, aplicando una aproximación 2 para cumplir con la representación coherente de las tierras; esto último permitió estimar las categorías faltantes del inventario GEI anterior (Tabla 4.6). Adicionalmente en 3B se incorporaron nuevos Factores de Emisión provenientes del Inventario Forestal Nacional. En 3C se emplearon regresiones lineales y no lineales para generar datos faltantes en la categoría 3C2 Encalado, así como el ajuste de fórmulas (3C7 Cultivo de arroz.

También se actualizaron los potenciales de calentamiento global de los gases estimados en todo el inventario de GEI, para ser consistentes con lo reportado en el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales de Honduras. La Tabla 4.5 compara los valores del anterior inventario y el presente informe, así como las diferencias en términos de emisiones y contribuciones porcentuales.

Tabla 4.5. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: comparación entre emisiones de GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) del inventario 2005-2015 (BUR1) y el inventario 2005-2020 (BUR2)

INGEI	2005	2015
BUR1	-4.728,27	-3.727,76
BUR2	-27.967,98	-11.114,65
<b>Diferencia</b>	<b>-23.240</b>	<b>-7.387</b>
<b>Diferencia%</b>	<b>492%</b>	<b>198%</b>

Particularmente para 3B Tierras, no es posible comparar los métodos usados en el actual reporte y el reporte presentado por La República de Honduras en el BUR 1, debido a la actualización de métodos usados, los cuales permitieron aumentar el nivel metodológico y la aproximación de representación coherente de las tierras.



En la Tabla 4.6, se presentan datos que permiten observar las diferencias numéricas y los efectos en completitud que las nuevas estimaciones de GEI del sector 3B Tierras ha tenido en el inventario de GEI de Honduras, al ser comparado con el anterior Reporte Bienal de Actualización.

Tabla 4.6. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU: Comparación de emisiones de GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) del sector 3B Tierras para los años 2005 y 2015 del inventario de GEI del BUR 1 y el actual inventario de GEI.

INGEI REPORT ADO	Categoría/Subcategoría													
	3.B Tierras		3.B.1 Tierras forestales		3.B.2 Tierras de cultivo		3.B.3 Pastizales		3.B.4 Humedales		3.B.5 Asentamientos		4.B.6 Otras tierras	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015
BUR 1	-	-	-	-	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	5.035	7.098
BUR 2	-33.797	-15.358	-	-	-	-	2.551	11.758	-	44	25	421	-	-
Diferencia	-	-7.915	-	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-
Diferencia %	251%	106%	147%	107%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-100%	-100%

Los nuevos cálculos presentan diferencias significativas frente a los realizados en el anterior Inventario de GEI de Honduras, cómo se observa en la Tabla 4.6, las categorías Tierras de Cultivo, Pastizales, Humedales y Asentamientos no fueron estimadas en el anterior reporte. A nivel numérico las diferencias ascienden a más de 100%. No obstante, se reitera nuevamente que los métodos usados varían a tal punto que no pueden ser comparados los resultados.

### 4.3 Incertidumbre específica del Módulo

En la Tabla 4.7 se presentan los resultados de incertidumbre del módulo AFOLU correspondientes al año 2020. Los cálculos se llevaron a cabo mediante la aplicación del método de propagación de error. Adicionalmente, se procedió a corregir las incertidumbres significativas conforme a la propuesta detallada en la sección 3.7.3 del volumen 1, capítulo 3 de las directrices del IPPC de 2006. Las variabilidades en las cifras de incertidumbre, a nivel de categorías, oscilaron entre el 10,00% y el 390,17%, mientras que, para el módulo en cuestión, se situaron en un rango comprendido entre -438,80% y +451,08%.

Tabla 4.7. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra-AFOLU – Incertidumbre combinada

Código de la categoría del IPPC	GEI	Emisiones (Gg CO <sub>2</sub> eq)	Incertidumbre relativa inferior (%)	Incertidumbre relativa superior (%)
3A1	CH <sub>4</sub>	2.862,80	39,72	39,72
3A2	CH <sub>4</sub>	100,63	19,20	19,20
3A2	N <sub>2</sub> O	87,06	52,12	63,53
3B1a*	CO <sub>2</sub>	-2.536,06	-74,98	-74,98
3B1b*	CO <sub>2</sub>	-2.943,27	-15,67	-15,67
3B2a*	CO <sub>2</sub>	-437,44	-29,42	-29,42
3B2b*	CO <sub>2</sub>	1.729,78	30,53	30,53
3B3a*	CO <sub>2</sub>	49,73	146,75	146,75
3B3b*	CO <sub>2</sub>	24.922,20	47,64	47,64
3B4b*	CO <sub>2</sub>	1.025,94	32,35	32,35
3B5b*	CO <sub>2</sub>	843,05	11,80	11,80
3C1*	CH <sub>4</sub>	322,79	16,95	16,95
3C1*	N <sub>2</sub> O	96,87	15,37	15,37
3C2	CO <sub>2</sub>	4,45	50,86	31,77
3C3	CO <sub>2</sub>	69,86	50,99	10,00
3C4	N <sub>2</sub> O	1.353,80	59,84	390,17
3C5	N <sub>2</sub> O	362,34	80,73	341,07
3C6	N <sub>2</sub> O	15,59	48,31	110,44
3C7	CH <sub>4</sub>	26,54	49,08	78,07

\*VALORES DE INCERTIDUMBRE TOMADOS DE "PROPUESTA DE NIVEL DE REFERENCIA DE EMISIONES/NIVEL DE REFERENCIA 2016-2020" GOBIERNO DE HONDURAS. (2023)

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 4.7, se realizó un análisis de sensibilidad para identificar las categorías cuya incertidumbre tenía un efecto significativo sobre la incertidumbre global del módulo de AFOLU. El análisis de sensibilidad implicó evaluar la variabilidad de los resultados del modelo frente a cambios en sus parámetros o variables de entrada. La metodología utilizada consistió en definir los parámetros de entrada y sus rangos, generar muestras para evaluar el modelo, y luego llevar a cabo un análisis de sensibilidad. En este análisis se calculó el índice de contribución relativa de cada variable.

En la Figura 4.3, se destaca que la variabilidad en la incertidumbre del módulo AFOLU se atribuye predominantemente a las categorías 3B1a-CO<sub>2</sub> y 3B3b-CO<sub>2</sub>. Ambas categorías ejercen una influencia sustancial en la incertidumbre del módulo AFOLU, tanto por su aporte en términos de emisiones como por la incertidumbre asociada a ellas. La fuente de incertidumbre en ambas categorías está directamente vinculada a los factores de emisión por defecto utilizados en los cálculos, los cuales presentan rangos de incertidumbre de hasta un 1000%.





## 4

Módulo de agricultura, silvicultura  
y otros usos de la tierra

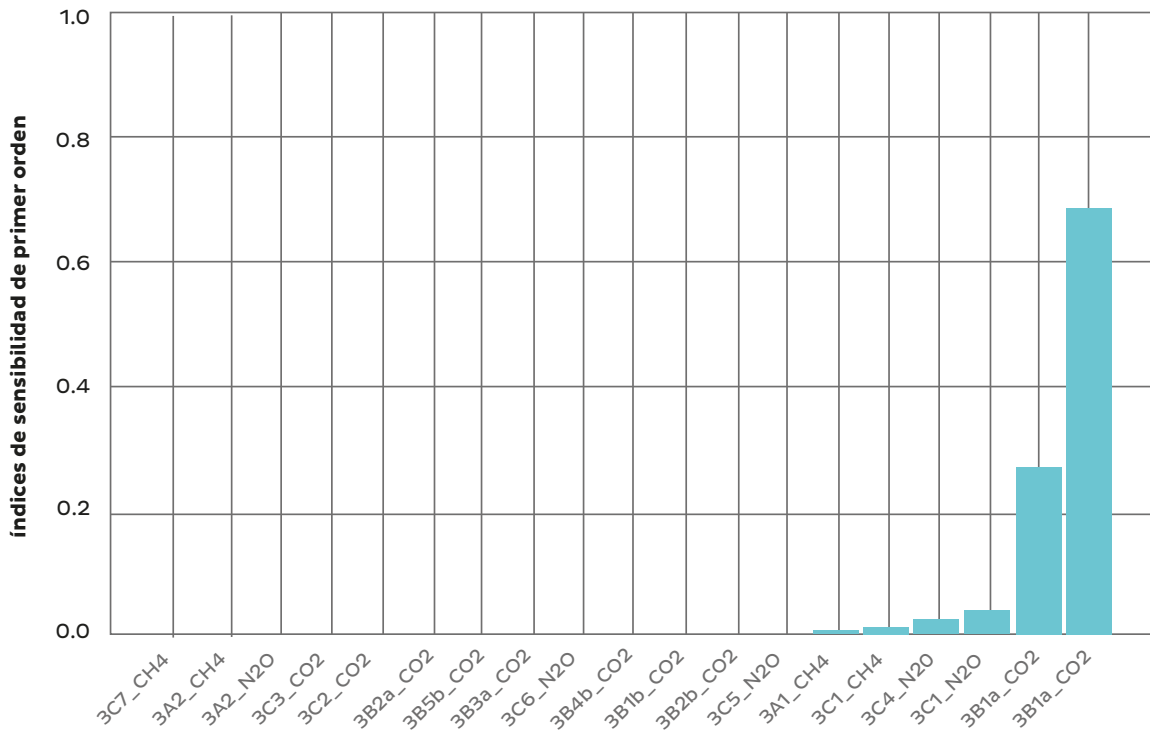


Figura 4.3. Análisis de sensibilidad para el módulo AFOLU

## 4.4 Actividades de GCCV del Módulo AFOLU

El control de la calidad se realizó a través de las siguientes actividades:

- Las bases de datos generadas para los datos de actividad fueron comparadas al menos en dos ocasiones con los datos de las fuentes de información original.
- Los factores de emisión, conversión y constantes fueron compilados y centralizados en una sola hoja de trabajo, vinculada al resto de las hojas de trabajo. Permitiendo una rápida revisión y actualización.
- Revisión y ajuste de fórmulas empleadas en los cálculos.
- Revisión de valores atípicos y comportamiento errático en tendencias.
- Comparación de los años históricos con años más recientes.
- Verificación de supuestos y otros parámetros utilizados que reflejen el contexto nacional.

## 4.5 Ganadería – categoría 3A

### 4.5.1 Panorama general del sector

#### 4.5.1.1 Descripción y tendencia de los GEI

Estima todas las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de ganadería que registran poblaciones en un lugar específico. Constituye las emisiones por fermentación entérica y las emisiones directas e indirectas por la gestión del estiércol.

La producción de ganado vacuno es una fuente importante de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O debido a la población de la especie y a las características del sistema digestivo, el cual influye significativamente en la tasa de emisión. Las emisiones de CH<sub>4</sub> por la fermentación entérica tienden a ser mayores que la gestión del estiércol y está correlacionado con el tipo de dieta y cantidad suministrada, edad y peso del animal. En relación con la gestión del estiércol, las mayores emisiones de CH<sub>4</sub> son asociadas al manejo del estiércol líquido de animales confinados. Por su parte, las emisiones de N<sub>2</sub>O varían



dependiendo de los sistemas de gestión de estiércol empleados en los sistemas productivos. La pérdida de N estimado en la gestión del estiércol es una fuente importante para estimar la cantidad de N que se aplica al suelo, o utilizado como alimentación, combustible o construcción.

Para el cálculo de fermentación entérica y gestión del estiércol deben considerarse las principales especies y categorías de ganado que sugiere el IPCC: ganado vacuno lechero, otros vacunos, búfalos, ovinos, caprinos, equino, mulas y asnos, porcinos y aves de corral (IPCC, 2006). Para efectos de este inventario, la información se presenta en las principales especies generadoras de emisiones por fermentación entérica y gestión de estiércol en el país: ganado vacuno (ganado vacuno lechero y otros vacunos), porcinos y aves de corral.

En la Tabla 4.8 se observan las emisiones de la categoría 3A Ganadería, desagregada por subcategoría para los años actualizados (2016-2020), a partir del último inventario reportado por el país. En el año 2020 se cuantificaron 3.050,5 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que corresponde al 55,6% del total de las emisiones del sector AFOLU y al 57,5% dentro del sector de la Agricultura. Respecto al año

2005 en donde se cuantificaron 4157,0 Gg de CO<sub>2</sub> eq, las emisiones para 2020 presentan una disminución del -26,6%, equivalente a la reducción de 1.106,5 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Por otro lado, realizando la comparación con el año 2015, las emisiones presentan un aumento del 5,6% pasando de 2.888,3 Gg de CO<sub>2</sub> eq a 3.050,4 en 2020.

En la categoría 3A1 Fermentación entérica se observa la mayor contribución con un promedio histórico de emisiones de 3.217,1 Gg de CO<sub>2</sub> eq, siendo la categoría de mayor relevancia dentro del sector de la agricultura (contribución de 63,18%), dada la población de especies pecuarias que en su mayoría corresponden a ganado vacuno.

Para el año 2020 se estimaron 2.862,7 Gg de CO<sub>2</sub> eq, presentando una disminución de -27,4% comparado con el año 2005, esto es relacionado con la disminución de la población vacuna en el transcurso de la serie histórica. Es de resaltar que dentro del sector AFOLU la categoría de 3A1 Fermentación entérica es la tercera fuente de emisiones netas (4,64% - año 2020) después de las categorías de 3B1 - Tierras forestales y 3B3 - Pastizales, las cuales contribuyen con el 45,85 y 40,44% respectivamente.

Tabla 4.8. Sector 3A Ganadería: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
3A	<b>Ganadería</b>	<b>2.956,9</b>	<b>2.974,0</b>	<b>3.015,2</b>	<b>3.034,6</b>	<b>3.050,5</b>
3A1	Fermentación entérica	2.765,8	2.784,4	2.825,7	2.845,8	2.862,8
3A2	Gestión de estiércol	191,1	189,6	189,5	188,8	187,7

En la Figura 4.4 se muestra la tendencia de las emisiones de la categoría 3A Ganadería (2005-2020). Más del 90% de las emisiones provienen de la fermentación entérica, en donde el año reportado con mayores emisiones es 2008 (4.092,7 Gg de CO<sub>2</sub> eq), a partir de allí se observa una tendencia decreciente resultado de la disminución de la población vacuna a lo largo de los años.

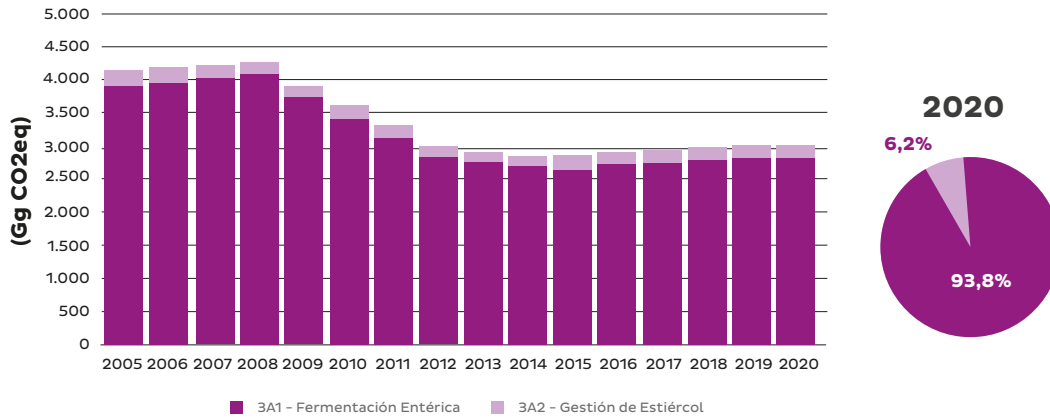


Figura 4.4. Sector - 3A Ganadería: emisiones de CO2 (Gg CO2eq) por subcategoría, serie 2005-2020

### 4.5.2 Aspectos metodológicos específicos del sector

#### 4.5.2.1 Ecuaciones usadas en las estimaciones

Las estimaciones se realizan bajo metodología Nivel 1 a nivel nacional de las principales especies generadoras de emisiones por fermentación entérica y gestión de estiércol en el país: ganado vacuno (ganado vacuno lechero y otros vacunos), porcinos y aves de corral.

#### 3A1 Fermentación entérica (CH4) - 3A2 Gestión de estiércol (CH4)

Ecuación 4-1. Emisiones por fermentación entérica de una categoría de ganado

$$Emisiones = EF_{(T)} * \left(\frac{N_{(T)}}{10^6}\right)$$

Fuente: Ecuación 10.19, capítulo 10, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- Emisiones = emisiones de metano por fermentación entérica, Gg CH4 año-1
- EF(T) = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH4 cabeza-1 año-1
- N(T) = la cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país
- T = especie/categoría de ganado

#### 3A2 Gestión de estiércol (emisiones directas N2O)

Ecuación 4-2. Emisiones directas de N2O de la gestión del estiércol

$$N2O_{D(mm)} = \left[ \sum_s \left[ \sum_T (N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{(T,S)}) \right] * EF_{3(s)} \right] * \left(\frac{44}{28}\right)$$



Donde:

- $N2OD$  (mm) = emisiones directas de  $N2O$  de la gestión del estiércol del país, kg  $N2O$  año<sup>-1</sup>
- $N(T)$  = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país
- $Nex(T)$  = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país, kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- $MS(T, S)$  = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país, sin dimensión
- $EF3(S)$  = factor de emisión para emisiones directas de  $N2O$  del sistema de gestión del estiércol S en el país, kg  $N2O$  -N/kg N en el sistema de gestión del estiércol S
- S = sistema de gestión del estiércol
- T = especie/categoría de ganado
- $44/28$  = conversión de emisiones de ( $N2O-N$ ) (mm) a emisiones de  $N2O$ (mm)

#### 4.5.2.2 Datos de actividad

En la Tabla 4.9 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría 3A1 Fermentación entérica y 3A2 Gestión de estiércol, con sus respectivas fuentes de información.

Tabla 4.9. Sector 3A Ganadería: Datos de actividad 3A1 Fermentación entérica 3A2 Gestión de estiércol

Categorías incluidas en el inventario Serie 2005-2020	Dato de actividad	Fuente de información		Comentarios
		Dato de actividad		
		Periodo	Fuente	
3A1 Fermentación entérica 3A2 Gestión de estiércol	Cantidad de cabezas por categoría de ganado bovino	2005 - 2015	Primer IBA 2019	
		2016 - 2020	Proyección ajustada a partir de datos FAOSTAT- y datos Primer IBA 2019	Ajuste por diferencia entre Primer IBA 2019 e información reportada en FAOSTAT. La desagregación por tipología de ganado lechero y otros vacunos se realizó a partir de la contribución porcentual establecida en Primer IBA 2019
	Cantidad de cabezas de ganado porcino	2005 - 2015	Primer IBA 2019	
		2016 - 2020	FAOSTAT	
	Cantidad de cabezas de aves de corral	2005 - 2015	Primer IBA 2019	
		2016 - 2020	Proyección regresión no lineal	Ajuste de comportamiento tendencial a partir de regresiones no lineales

## 4.5.2.3 Factores de emisión

En la Tabla 4.10 se detallan los valores de factores de emisión y la fuente de información utilizada.

Tabla 4.10. Sector 3A Ganadería: 3A1 Fermentación entérica - 3A2 Gestión de estiércol: Factores de emisión empleados en el cálculo

Categorías incluidas en el Inventario nacional serie 2005 a 2020	Ganado	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
3A1 Fermentación entérica	Ganado lechero	CH <sub>4</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.11	63 kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
	Otros vacunos				56 kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
	Porcinos			IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10	1 kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
3A2 Gestión de estiércol	Ganado lechero	CH <sub>4</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.14	2 kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
	Otros vacunos				1 kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
	Porcinos				2 kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
	Aves de corral	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.15	0,02 kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>		
	Porcinos (Líquido/Fango-Almacenaje de sólidos)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.21	0,005 kg N <sub>2</sub> O-N.kg N
Aves de corral (Corral de engorde)	0,02 kg N <sub>2</sub> O-N.kg N				

## 4.5.2.4 Consistencia de la serie temporal

Al no contar con información oficial del inventario de vacunos en el país y diferentes parámetros requerido para las estimaciones en el sector, la actualización del presente reporte (2016-2020), fue basada en los datos registrados en el Primer IBA 2019. Para ello se consultó el histórico reportado en el anterior INGEI y se realizó un ajuste por diferencia junto con la información de FAOSTAT (2016-

2020), esto con el fin de guardar coherencia con la serie histórica 2005-2015 ya publicada. La desagregación por tipología de ganado lechero y otros vacunos fue realizada a partir de la contribución histórica de estas tipologías en el total nacional. Cabe mencionar que en la información consultada no se observó una desagregación detallada del hato ganadero, por ende, se mantuvo la clasificación básica que sugiere el IPCC (Ganado Lechero y Otros vacunos).

En la serie temporal del ganado porcino fue usada como fuente de información FAOSTAT, es de resaltar que varios de los datos registrados en la serie histórica 2005-2015 coinciden con estos valores. Por su parte, para la generación de información de aves se emplearon regresiones no lineales, a fin de encontrar la curva de mejor ajuste, esto fue basado en los datos históricos desarrollados por el INE para el Primer IBA 2019 (BUR 1).

4.5.2.5 Plan de mejora

Las emisiones estimadas en esta categoría deben seguir un plan de mejora continua que garantice la reducción de la incertidumbre, para ello se proponen las siguientes acciones:

Tabla 4.11. Plan de mejora – Sector 3A Ganadería

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos para mejorar	Pilar de la CMNUCC
<b>3A1 Fermentación entérica</b> <b>3A2 Gestión de estiércol</b>	<p>No se cuenta con una fuente de información oficial que permita conocer el crecimiento de la ganadería bovina en el transcurso de los años (a excepción de FAOSTAT). Así mismo no se dispone información asociada a la estructura del hatos ganadero y otros parámetros como peso vivo. Adicionalmente, existen vacíos de información respecto a la trazabilidad de los sistemas de gestión de estiércol en el país.</p> <p>Las estimaciones se realizan bajo metodología nivel 1.</p>	<p>Se recomienda que el país cuente con un inventario oficial del hatos ganadero y otras especies año a año. Para las especies más representativas es necesario hacer una caracterización más detallada tal como lo sugiere el IPCC, esto permitirá lograr estimaciones más exactas. Por otro lado, es importante que se cuente con una caracterización de los sistemas de gestión de estiércol en las diferentes especies pecuarias para lograr la completitud de los sistemas de gestión de estiércol dentro del inventario. Se debe revisar la relevancia de otras especies pecuarias en el país para incluirlas en la cuantificación del próximo inventario GEI.</p> <p>Evaluar investigaciones asociadas a factores de emisión de CH<sub>4</sub> entérico y CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por gestión del estiércol, que permitan escalar a una metodología de nivel 2.</p>	Transparencia: X
			Precisión: X
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad:
			Consistencia: X



### 4.5.3 Fermentación entérica - 3A1

#### 4.5.3.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones de CH<sub>4</sub> por la fermentación entérica, este es un proceso natural que ocurre en el tracto digestivo de ciertas especies animales, en el cual diferentes grupos de microorganismos descomponen los hidratos de carbono del alimento consumido mediante procesos de fermentación, para transformarlos en moléculas simples y/o solubles que pueden ser absorbidos por el animal. Como resultado de este proceso se produce CH<sub>4</sub> que puede ser exhalado o expulsado (Van Amstel, 2005). La cantidad de CH<sub>4</sub> producido y emitido varía de acuerdo con la estructura del tracto digestivo, dieta suministrada, edad, peso, entre otras características (IPCC, 2006). Los rumiantes son una de las principales fuentes de CH<sub>4</sub> que se libera a la atmósfera, en el caso de los no rumiantes como porcinos, equinos etc., las emisiones son moderadas por que la intensidad de fermentación en el sistema digestivo es mucho menor comparada con los rumiantes.

Tabla 4.12. Categoría - 3A1 Fermentación entérica: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>3A1</b>	<b>Fermentación entérica</b>	<b>2.765,8</b>	<b>2.784,4</b>	<b>2.825,7</b>	<b>2.845,8</b>	<b>2.862,8</b>
3A1a	Total Ganado Vacuno	2.752,6	2.771,4	2.812,5	2.832,6	2.849,6
3A1a	Ganado vacuno lechero	893,2	935,6	969,9	982,4	978,7
3A1aii	Otro ganado vacuno	1.859,4	1.835,8	1.842,7	1.850,2	1.871,0
3A1h	Porcinos	13,2	13,0	13,1	13,2	13,2

Las emisiones de 3A1 Fermentación Entérica contribuyen con el 63,18% dentro del sector de la Agricultura y el 4,64% en todo el sector AFOLU (2020). En el sector Agricultura históricamente la subcategoría 3A1a - Total Ganado Vacuno, posee las mayores emisiones de CH<sub>4</sub> entérico, las cuales cuantifican el 99,6% (promedio de 3203,6 Gg de CO<sub>2</sub> eq 2005-2020). De 3A1a - Total Ganado Vacuno, el 73,55% (2.356,1 Gg de CO<sub>2</sub> eq promedio anual) corresponde a la subcategoría 3A1aii - Otro ganado vacuno, que se presenta de forma agregada en el inventario, pero representa a las vacas para producción de carne, toros con fines reproductivos, terneros antes del destete, terneras de reemplazo, ganado de engorde, etc.

La proporción restante de la emisión corresponde a la subcategoría 3A1ai - Ganado vacuno lechero con una contribución de 26,3% equivalente a un promedio de emisiones de 847,49 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Esta subcategoría está definida como vacas en producción de leche la cual es comercializada para consumo humano. La menor emisión de la categoría 3A1 se registra en la especie porcina con un aporte de 0,4% (promedio anual de 13,46 Gg de CO<sub>2</sub> eq). Por otra parte, en el año 2020 se cuantifican un total de 2.862,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq, distribuidos de la siguiente forma: 65,4% 3A1aii - Otro ganado vacuno, 34,2% 3A1ai - Ganado vacuno lechero y 0,5% 3A1h - Porcinos (Tabla 4.12).



4

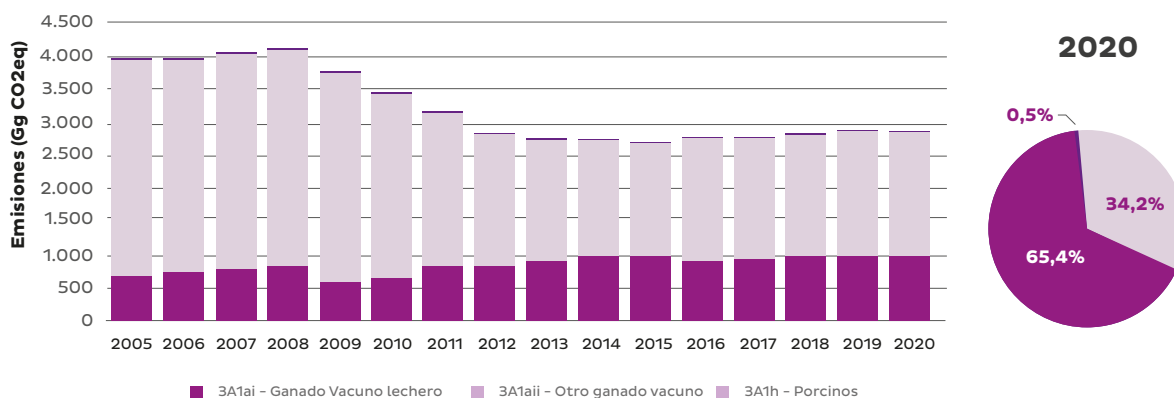
Módulo de agricultura, silvicultura  
y otros usos de la tierra

Figura 4.5. Categoría - 3A1 Fermentación entérica: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2005-2020

En la Figura 4.5 se evidencia un marcado descenso de las emisiones después del año 2008, este comportamiento es correlacionado con la disminución del inventario vacuno, el cual puede verse afectado por distintos factores, entre estos, la vulnerabilidad que posee el sector ganadero frente a fenómenos climáticos extremos. De acuerdo con Canu et al. (2018), entre 2008 y 2010 el país enfrentó una prolongada sequía asociada al fenómeno del niño que pudo incidir en la disminución de carne y leche proveniente de ganado vacuno. Otros aspectos que pudieron producir el declive del sistema están asociados a la crisis económica mundial y a la falta de apoyo al sector ganadero a nivel nacional.

#### 4.5.4 Gestión de estiércol - 3A2

##### 4.5.4.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Estima las emisiones directas de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de operaciones que se realizan para la gestión de excretas sólidas y líquidas, entendiéndose como el tratamiento, manejo, almacenamiento y transporte del estiércol en diferentes sistemas de gestión. Gran parte del CH<sub>4</sub> que se emite del estiércol proviene de sistemas estrictamente anaeróbicos, dado que los microorganismos encargados de la metanogénesis no toleran ambientes con presencia de oxígeno (Sherlock et al., 2002).

La categoría 3A2 Gestión de estiércol contribuye con el 3,96% del total de las emisiones en el sector de la Agricultura, con un promedio anual de 201,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Como se observa en la Tabla 4.13, en el año 2020 cuantificó 187,6 Gg de CO<sub>2</sub> eq, mostrando una reducción de -11,3% respecto a las observadas en el año 2005 (211,6 Gg de CO<sub>2</sub> eq).

Tabla 4.13. Categoría - 3A2 Gestión de estiércol: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>3A2</b>	<b>Gestión de estiércol</b>	<b>191,1</b>	<b>189,6</b>	<b>189,5</b>	<b>188,8</b>	<b>187,7</b>
3A2ai	Ganado vacuno lechero	28,4	29,7	30,8	31,2	31,1
3A2aii	Otro ganado vacuno	33,2	32,8	32,9	33,0	33,4
3A2h	Porcinos	42,8	42,2	42,6	42,8	42,8
3A2j	Aves	86,7	85,0	83,3	81,7	80,4





4

Módulo de agricultura, silvicultura  
y otros usos de la tierra

De manera general la tendencia de las emisiones muestra una leve disminución en el transcurso de los años, con valores que fluctúan entre 218,5 y 187,6 Gg de CO<sub>2</sub> eq, datos que se estimaron para los años 2008 y 2020 respectivamente. De acuerdo con los resultados, las mayores emisiones obedecen a las subcategorías de aves y porcinos, debido a poblaciones importantes en producción y a las características de los sistemas de gestión del estiércol manejados. La distribución de las emisiones en las diferentes especies para el último año del inventario se observa en la Figura 4.6.

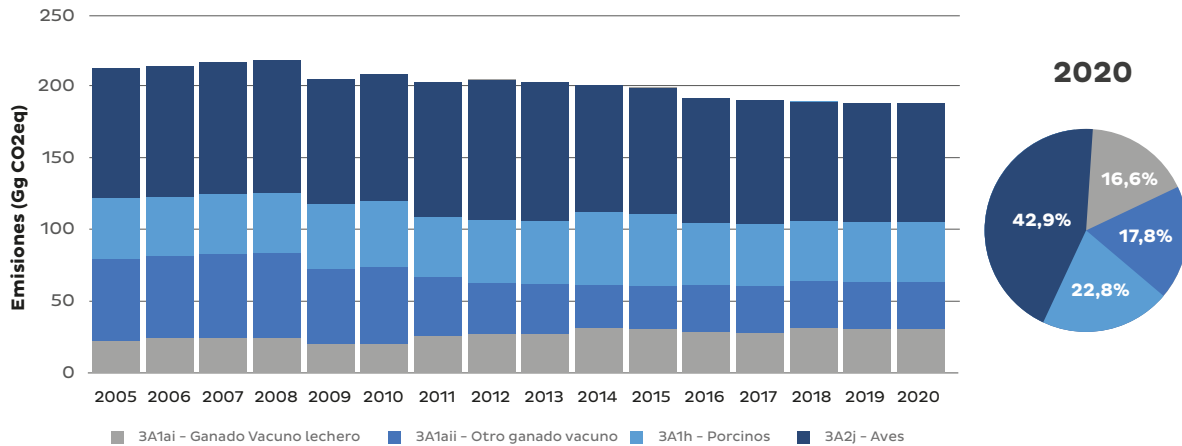


Figura 4.6. Categoría – 3A1 Gestión de estiércol: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2005-2020

## 4.6 Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y Silvicultura – categoría 3B

### 4.6.1 Panorama general del sector

#### 4.6.1.1 Descripción y estructura general del sector

El sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, corresponde a la categoría 3B – Tierras, en la cual se reportan emisiones netas (balance entre emisiones y absorciones de GEI) de CO<sub>2</sub> eq, por cambios anuales de las existencias de carbono que se dan debido al gestión y la conversión de seis categorías de uso de la tierra que se encuentran en un país.

Las Directrices del IPCC de 2006, recomiendan aplicar un método sistemático para estimar los cambios en las existencias de carbono, estos cambios incluyen un análisis de las existencias que se pierden y volatilizan a la atmósfera

(emisiones), así como la acumulación de carbono que se da en los diferentes usos de la tierra gracias a la actividad fotosintética de las plantas (absorciones). El cambio de las existencias de carbono se estima en tres depósitos, biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta (Detritos y hojarasca) y suelos.

Estos depósitos se estiman para las siguientes seis categorías de uso de la tierra:

– Tierras forestales: “Esta categoría incluye toda la tierra con vegetación boscosa coherente con los umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el inventario nacional de gases de efecto invernadero. También incluye los sistemas con una estructura de vegetación que actualmente se encuentra por debajo, pero que potencialmente podría alcanzar in situ los valores umbrales utilizados por un país para definir la categoría de tierras forestales” (pg. 3.7, Cap. 3, Vol. 4, IPCC 2006).

– Tierras de cultivo: “Esta categoría incluye la tierra cultivada, incluidos los arrozales y los sistemas de agro-silvicultura donde la



estructura de la vegetación se encuentra por debajo de los umbrales utilizados para la categoría de tierras forestales” (pg. 3.7, Cap. 3, Vol. 4, IPCC 2006).

– Pastizales: “Esta categoría incluye las tierras de pastoreo y los pastizales que no se consideran tierras de cultivo. Incluye también los sistemas con vegetación boscosa y otra vegetación no arbórea, como las hierbas y la maleza que están por debajo de los valores umbrales utilizados en la categoría de tierras forestales. La categoría también incluye todos los pastizales, desde las tierras sin cultivar hasta las zonas de recreo, así como los sistemas silvopastoriles, coherentes con las definiciones nacionales” (pg. 3.7, Cap. 3, Vol. 4, IPCC 2006).

– Humedales: “Esta categoría incluye las zonas de extracción de turba y la tierra que está cubierta o saturada de agua durante todo el año o durante parte de éste (por ejemplo, las turberas) y que no está dentro de las categorías de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizal o asentamientos. Incluye los reservorios como subdivisión gestionada y los ríos naturales y los lagos como subdivisiones no gestionadas” (pg. 3.7, Cap. 3, Vol. 4, IPCC 2006).

– Asentamientos: “Esta categoría incluye toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño, a menos que ya estén incluidos en otras categorías. Esto debe ser coherente con las definiciones nacionales” (pg. 3.7, Cap. 3, Vol. 4, IPCC 2006).

– Otras tierras: “Esta categoría incluye el suelo desnudo, roca, hielo y todas aquellas zonas que no estén incluidas en ninguna de las otras cinco categorías. Permite que el total de las superficies de tierra identificadas coincida con la superficie nacional de la que se tienen datos. Si hay datos disponibles, se aconseja que los países clasifiquen las tierras no gestionadas dentro de las categorías de uso de la tierra descritas anteriormente (por ejemplo, dentro de las Tierras forestales no gestionadas, los pastizales no gestionados, y los humedales no gestionados). Esto mejora tanto la transparencia como la capacidad para realizar el seguimiento de las conversiones del uso la tierra de determinados tipos

específicos de tierras no gestionadas en otros tipos que se encuentren dentro de las categorías anteriores” (pg. 3.7, Cap. 3, Vol. 4, IPCC 2006).

A su vez, se estiman los cambios en los contenidos de carbono anuales para cada una de las seis categorías de uso mencionadas, subdividiéndolas en pérdidas y ganancias de carbono que se dan usos de la tierra que permanecen en la misma categoría en un periodo de tiempo y, las pérdidas y ganancias de carbono por las conversiones de superficies que se encontraban en un uso y pasan a una nueva categoría.

La estimación de pérdidas de carbono en tierras que permanecen, la cual afecta principalmente las tierras forestales, se debe principalmente al análisis de actividades relacionadas con el aprovechamiento de madera, la extracción de la leña y la ocurrencia de disturbios (ej. incendios, plagas, etc.). Las ganancias de carbono están asociadas a actividades que promueven el crecimiento de la cobertura vegetal, particularmente de especies leñosas.

Las diferentes categorías estimadas en el sector 3B Tierras en el inventario de GEI de Honduras se presentan a continuación:

– 3.1. B. Tierras forestales: en esta categoría se estiman las emisiones y absorciones en tierras forestales que permanecen a lo largo de la serie de tiempo de 2005 a 2020 y en cambios en el uso de la tierra que se dan entre otras categorías de uso del suelo diferentes a bosques (3.B.1.b.i Tierras de cultivos convertidas en tierras forestales, 3. B.1.b. ii. Pastizales convertidos en tierras forestales, 3.B.1.b.iii. Humedales convertidos en tierras forestales, 3.B.1.b.iv Asentamientos convertidos en tierras forestales y 3.B.1.b.v Otras tierras convertidas en tierras forestales).

Dentro de las áreas de tierras forestales se contemplan áreas de bosque en cuatro estratos que corresponden a horizontes de índices ombrotérmicos y en áreas de plantaciones de coníferas y latifoliadas. Adicionalmente en la categoría 3.B.1.a Tierras forestales que permanecen como tales, se estiman emisiones por recogida de madera, cosecha de madera combustible y disturbios por áreas de incendios en tierras forestales.



– 3.B.2.a Tierras de cultivos: Se estiman las emisiones y absorciones en tierras de cultivos que permanecen y en cambios en el uso de la tierra que se dan entre categorías de uso que parten de cultivo al iniciar la serie de tiempo y terminan a (3.B.2.b.i. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo, 3.B.2.b.ii Pastizales convertidos en tierras de cultivo, 3.B.2.b.iii Humedales convertidos en tierras de cultivo, 3.B.2.b.iv. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo y 3.B.2.b.v Otras tierras convertidas en tierras de cultivo). Dentro de las áreas de tierras de cultivo se contemplan áreas de cultivos generales (principalmente cultivos anuales), cultivos permanentes (café, palma y hule) y sistemas agroforestales.

– 3.B.3.a. Pastizales: Se estiman las emisiones y absorciones en cambios en el uso de la tierra que se dan entre categorías de uso (3.B.3.b.i. Tierras forestales convertidas en Pastizales, 3.B.3.b.ii Tierras de cultivo convertidas en tierras Pastizales, 3.B.3.b.iii Humedales convertidos en Pastizales, 3.B.3.b.iv Asentamientos convertidos en Pastizales y 3.B.3.b.v Otras tierras convertidas en Pastizales).

– 3.B.4.a Humedales: Se estiman las emisiones y absorciones en cambios en el uso de la tierra que se dan entre categorías de uso (3.B.4.b.i Tierras forestales convertidas en Humedales, 3.B.4.b.ii. Tierras de cultivo convertidas en tierras Humedales, 3.B.4.b.iii Pastizales convertidos en Humedales, 3.B.4.b.iv. Asentamientos convertidos en Humedales y 3.B.4.b.v Otras tierras convertidas en Humedales). En este inventario de GEI, no se estiman emisiones y/o absorciones de la categoría 3.B.4.a Humedales que permanecen como tales.

– 3.B.5.a Asentamientos: Se estiman las emisiones y absorciones en cambios en el uso de la tierra que se dan entre categorías de uso (3.B.5.a Tierras forestales convertidas en Asentamientos, 3.B.5.b.i Tierras de cultivo convertidas en tierras Asentamientos, 3.B.5.b.ii Pastizales convertidos en Asentamientos, 3.B.5.b.iii Humedales convertidos en Asentamientos y 3.B.5.b.v Otras tierras convertidas en Asentamientos). En este inventario de GEI, no se estiman emisiones y/o absorciones de la categoría

3.B.5.a Asentamientos que permanecen como tales.

– 3.B.6.a Otras tierras: Se estiman las emisiones y absorciones en cambios en el uso de la tierra que se dan entre categorías de uso (3.B.6.b.i Tierras forestales convertidas en Otras tierras, 3.B.6.b.ii Tierras de cultivo convertidas en tierras Otras tierras, 3.B.6.b.iii Pastizales convertidos en Otras tierras, 3.B.6.b.iv Humedales convertidos en Otras tierras y 3.B.6.b.v Asentamientos convertidos en Otras tierras). No se estiman emisiones y/o absorciones de la categoría 3.B.6.a Otras tierras que permanecen como tales, por disposiciones de las Directrices del IPCC 2006.

#### 4.6.1.2 Aspectos metodológicos del sector

##### 4.6.1.2.1 Ecuaciones empleadas en las estimaciones

Para la estimación de las categorías consideradas en el sector se utilizaron los métodos y factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Para el sector UTCUTS, las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>, basadas en los cambios en las existencias de carbono, se estimaron a partir de la aplicación de las ecuaciones descritas a continuación.

Para cada una de las categorías de uso de la tierra, los cambios en las existencias de carbono se estiman respecto a todos los estratos o subdivisiones de la superficie de la tierra seleccionados para una categoría de uso de la tierra, entre los cinco depósitos de carbono. En general, los cambios en las existencias de carbono dentro de un estrato se estiman sumando los cambios de todos los depósitos, como se muestra en la siguiente ecuación:



Ecuación 4-3. Cambios en las existencias anuales de carbono para una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de cada uno de los estratos dentro de la categoría

$$\Delta C_{LU} = \sum_i \Delta C_{LU_i}$$

Fuente: Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- $\Delta C_{LU}$  = cambios en las existencias de carbono para una categoría de uso de la tierra, según lo indicado en la ecuación anterior
- $i$  = indica un estrato o una subdivisión específicos dentro de la categoría de uso de la tierra,  $i = 1$  a  $n$ .

Ecuación 4-4. Cambios en las existencias anuales de carbono para todo el sector AFOLU estimadas como la suma de los cambios en todas las categorías de uso de la tierra

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

Fuente: Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- $\Delta C$  = cambios en las existencias de carbono
- Los índices se refieren a las siguientes categorías de uso de la tierra: FL = Tierras forestales, CL = Tierras de cultivo, GL = Pastizales, WL = Asentamientos, SL = Asentamientos, OL = Otras tierras.

Ecuación 4-5. Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Fuente: Ecuación 2.7, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Dónde:

- $\Delta C_B$  = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año<sup>-1</sup>
- $\Delta C_G$  = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año<sup>-1</sup>
- $\Delta C_L$  = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año<sup>-1</sup>

Ecuación 4-6. Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra

$$\Delta C_G = \Sigma(A * G_{total} * CF)$$

Fuente: Ecuación 2.9, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Dónde:

- $\Delta C_G$  = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año<sup>-1</sup>
- $A$  = Área de tierras que permanecen en la misma categoría. Ha
- $G_{total}$  = Crecimiento medio anual de la biomasa. t dm ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- $CF$  = Fracción de carbono de la materia seca. t C (Tonelada dm)<sup>-1</sup>

Para la Ecuación 4-7 solo se calculó el componente de Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones a partir del uso de la Ecuación 4-8.

Ecuación 4-7. Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra

$$\Delta C_L = L_{remoción-bosques} + L_{madera-combustible} + L_{perturbación}$$

Fuente: Ecuación 2.11, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Dónde:

- $\Delta C_L$  = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año<sup>-1</sup>
- $L_{remoción-bosques}$  = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de madera\*. t C año<sup>-1</sup>
- $L_{madera-combustible}$  = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de leña-combustible. t C año<sup>-1</sup>
- $L_{perturbación}$  = Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones\*. t C año<sup>-1</sup>

Ecuación 4-8. Pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones.

$$L_{perturbación} = \{A_{perturbación} * B_W * (1 + R) + CF * df\}$$

Fuente: Ecuación 2.14, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Dónde:

- $L_{perturbación}$  = Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones. t C año<sup>-1</sup>
- $B_W$  = Promedio de biomasa aérea de las zonas afectadas. t dm ha<sup>-1</sup>
- $R$  = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. tbg dm (tag dm)<sup>-1</sup>
- $CF$  = Fracción de carbono de la materia seca. t c dm<sup>-1</sup>
- $df$  = Fracción de la biomasa perdida por perturbaciones

Ecuación 4-9. Estimación de emisiones de GEI a causa del fuego<sup>1</sup>

$$L_{fuego} = \{A * M_B * C_f + G_{ef} * 10^{-3}\}$$

Fuente: Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

<sup>1</sup> Esta ecuación se utilizó específicamente para la estimación de emisiones 3.C.1 (Ver subcapítulo Fuentes Agregadas y Emisiones de No CO<sub>2</sub> Provenientes de la Tierra)



Dónde:

- $L_{fuego}$  = cantidad de emisiones GEI provocada por el fuego. ton de cada GEI año-1
- $MB$  = masa de combustible disponible para la combustión, t ha-1
- $A$  = superficie quemada. ha.
- $C_f$  = factor de combustión, sin dimensión (valores por defecto del cuadro 2.6 de las Directrices del IPCC de 2006, capítulo 2)
- $G_{ef}$  = factor de emisión, g kg-1 de materia seca quemada. (valores por defecto del cuadro 2.5 de las Directrices de IPCC de 2006, capítulo 2)

Para estimar los cambios en los contenidos de carbono de tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra se usaron las siguientes ecuaciones:

Ecuación 4-10. Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra.

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{CONVERSIÓN} + \Delta C_L$$

Fuente: Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Dónde:

- $\Delta C_B$  = Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra. t C año-1
- $\Delta C_G$  = Incremento anual en las existencias de carbono en biomasa debido a crecimiento en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra. t C año-1
- $\Delta C_{CONVERSIÓN}$  = cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra. t C año-1
- $\Delta C_L$  = reducción anual en las existencias de carbono en biomasa debido a pérdidas producidas por cosechas, recogida de madera combustible (leña) y perturbaciones en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra. t C año-1

Ecuación 4-11. Cambio inicial en las existencias de carbono en la biomasa de tierras convertidas a otra categoría de la tierra

$$\Delta C_{CONVERSIÓN} = \Sigma \{ (B_{Despues_i} - B_{Antesi_i}) * \Delta A_{A_OTRAS_i} \} * CF$$

Fuente: Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Dónde:

- $\Delta C_{CONVERSIÓN}$  = cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de tierra, en ton C año-1
- $B_{Despues_i}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra i inmediatamente después de la conversión, t dm ha-1 año-1
- $B_{Antesi_i}$  = existencias de biomasa en el tipo de tierra i antes de la conversión, t dm ha-1 año-1
- $\Delta A_{A_OTRAS_i}$  = superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso de la tierra en un año dado, ha año-1
- $CF$  = Fracción de carbono de la materia seca. t C (Tonelada dm)-1

30

Las ecuaciones usadas para estimar cambios en los contenidos de carbono asociados al depósito de suelos se presentan a continuación:

Ecuación 4-12. Cambio anual en las existencias de carbono orgánico en suelos minerales

$$\Delta C_{Minerales} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D}$$

Fuente: Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Dónde:

- $\Delta C_{Minerales}$  = cambio anual en las existencias de carbono de los suelos minerales, en ton C año<sup>-1</sup>
- $SOC_0$  = existencias de carbono orgánico en el suelo en el último año de un período de inventario, ton C
- $SOC_{(0-T)}$  = existencias de carbono orgánico en el suelo al comienzo de un período de inventario, ton C
- T = cantidad de años de un período de inventario dado, año
- D = Dependencia temporal de los factores de cambio de existencias, que es el lapso por defecto para la transición entre los valores de equilibrio del SOC, año<sup>2</sup>.
- $SOC_{REF}$  = las existencias de carbono de referencia, ton C ha<sup>-1</sup>
- $F_{LU}$  = factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular, adimensional.
- $F_{MG}$  = factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, adimensional.
- $F_{LU}$  = factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, adimensional.

#### 4.6.1.2.2 Factores de emisión

Para las estimaciones, a manera general, se contó con amplia información de factores de emisión específicos del país (nivel 2) tomados principalmente de los resultados del Inventario Nacional Forestal de Honduras. Cuando no se contó con información específica del país se tomaron valores por defecto (nivel 1) de las Directrices del IPCC 2006 y del Refinamiento de las Directrices del IPCC 2019.

En la Tabla 4.14, se presentan de manera general los niveles empleados para la estimación de cada categoría del inventario GEI del sector 3B Tierras.

En cuanto a subcategorías no estimadas, aun no se cuenta datos de actividad y factores para estimar cambios en los contenidos de carbono en tierras que permanecen en la misma categoría para humedales y asentamientos. De igual forma tampoco son contabilizadas a la fecha estimaciones por productos de la madera recolectada. Igualmente, aún no se cuenta con información de factores nivel 2 que permita realizar estimaciones de GEI del depósito de suelos, el cual se reportó a partir de valores por defecto.

2 20 años por defecto, si T es mayor a 20 años, úsese el valor de T para obtener la tasa anual de cambio durante el tiempo de inventario (0 - T años).



Tabla 4.14. Sector 3B Tierras: métodos aplicados por categoría

Categoría	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE
3.B.1 Tierras forestales	T2, T1, NE	CS, D, NE	T2, T1	CS, D	T2, T1	CS, D
3.B.2 Tierras de cultivo	T2, T1, NE, IE	CS, D, NE, IE	IE	IE	IE	IE
3.B.3 Pastizales	T2, T1, NE, IE	CS, D, NE, IE	IE	IE	IE	IE
3.B.4 Humedales	T2, T1, NE	CS, D, NE	NE	NE	NE	NE
3.B.5 Asentamientos	T2, T1, NE	CS, D, NE	NO	NO	NO	NO
3.B.6 Otras tierras	T2, T1, NE	CS, D, NE	NO	NO	NO	NO
3.D. Productos de madera recolectada	NE	NE				

Notas: NE = no estimado; IE = incluida en otra parte; NO = no ocurre; CS = factor de emisión país específico; D = factor de emisión por defecto del IPCC

Respecto a los factores de emisión utilizados para tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales provienen del documento técnico “factores de emisión para la construcción de niveles de referencia subnacional de emisiones y absorciones forestales (NRF/NREF para REDD+)” y para el resto de las categorías, se emplean factores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Es importante aclarar que las emisiones por perturbaciones son consideradas como parte del proceso de degradación del bosque, para lo cual se emplean factores de contenidos de carbono en la biomasa en bosques degradados tomados del documento técnico “factores de emisión para la construcción de niveles de referencia subnacional de emisiones y absorciones forestales (NRF/NREF para REDD+)” y para el resto de las categorías factores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Para realizar una estimación realista de las emisiones asociadas a las conversiones entre diferentes usos, se requiere establecer un valor de existencia de biomasa posterior a la deforestación, dependiendo del uso de la tierra posterior. En Honduras existen datos para algunos sistemas agroforestales, los cuales se complementaron con valores generales por defecto, para las tierras convertidas en tierras de cultivo durante el siguiente año de la conversión, de las Directrices del IPCC de 2006 para cultivos anuales y cultivos perennes tropicales muy húmedos y su rango de error asociado que se encuentran en el cuadro 5.9 del Directrices del IPCC de 2006.

En la Tabla 4.15 se puede observar la información detallada de fuentes de información para obtener los factores de emisión usados en las estimaciones de GEI del sector UTCUTS. En la Tabla 4.16 se pueden observar los factores de emisión específicos para cada subcategoría del sector



Tabla 4.15. Fuentes de información de los factores de emisión usados para estimar las emisiones del sector 3B Tierras

Categoría	Subcategoría /fuente	Sub_Subcategoría /fuente	Fuente									
			Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa subterránea	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Materia orgánica muerta	Factor de emisión CH <sub>4</sub>
Tierras Forestales	Bosque Latifoliado Húmedo (FLAT)	002) Latifoliado siempreverde maduro [BOLMa]	Parcelas de Muestreo Permanentes (Betina Salgado). Método IFN	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2019	IPCC 2006, Vol 4, Ch 4, pg 4.40	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	IPCC 2006.Vol 4, Capítulo 2. Cuadro 2.5. Valores para bosque tropical		
		003) Latifoliado siempreverde medio [BOLMe]										
		004) Latifoliado siempreverde joven [BOLJo]										
	Bosque de Conifera (FCON)	007) Pino maduro [BOCMa]										
		008) Pino medio [BOCMe]										
		009) Pino joven [BOCJo]										
		010) Pino regeneración [BOCRe]										
	Bosque Mixto (FMIX)	011) Mixto maduro [BOMMa]										
		012) Mixto medio [BOMMe]										
		013) Mixto joven [BOMJo]										
Bosque Deciduo (FDEC)	005) Bosque seco [BOSSe]	Bosque Seco joven	2019 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 4.	Tabla 4.7. Refinamiento del 2019. Tropical dry forest, North and south america >20 years (tdm/ha)						Se asume igual a bosque seco maduro		

Categoría	Subcategoría /fuente	Sub_Subcategoría /fuente	Fuente											
			Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa subterránea	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Materia orgánica muerta	Factor de emisión CH <sub>4</sub>	Factor de emisión N <sub>2</sub> O	
	Bosque de Mangle (FMAN)	014) Manglar maduro [BOGMa]	Parcelas de Muestreo Permanentes (Betina Salgado). Método IFN	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]								Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]		
		015) Manglar medio [BOGMe]												
		016) Manglar joven [BOGJo]												
	Agrobosque (FAGBO)	Agrobosque Maduro	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]									Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	
Agrobosque Joven		Se sume que tiene unos 8 años												
<b>Tierras de Cultivo</b>	Cultivos de ciclo cortos	Remaining land	IPCC Tier 1 assumption	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Guías del IPCC 2006, Volumen 4, Capítulo 5. Sección 5.3.1.2	Valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2019	IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5, FLU: Tropical/Labranza completa/bajo, tropical, húmedo.	IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5 FMG: Laboreo Reducido, tropical.	IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5 Medio, Todos	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	IPCC 2006, V4, Cap 2, Cuadro 2.5 Agricultura Residuos		
		After conversion/disturbance	IPCC Tier 1 assumption											





Categoría	Subcategoría /fuente	Sub_Subcategoría /fuente	Fuente											
			Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa subterránea	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Materia orgánica muerta	Factor de emisión CH <sub>4</sub>	Factor de emisión N <sub>2</sub> O	
		After conversion/disturbance	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	Se asume que estos cultivos tienen por lo menos 3 años de crecimiento para poderse identificar en la imagen satelital como un cultivo perenne										
	Cultivos perennes, puros: Frutales	Remaining land	IPCC Tier 1 assumption											
		After conversion/disturbance	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	Guías del IPCC, VOL 4. Chap 5, Cuadro 5.1, , tropical humedo	Guías del IPCC 2019, VOL 4. Chap 5, Cuadro 5.2, , tropical humedo, todas las regiones, Perenne con combra									
	Cultivos perennes, puros: Palma africana	Remaining land	IPCC Tier 1 assumption											
		After conversion/disturbance	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	Guías del IPCC, VOL 4. Chap 5, Cuadro 5.1, , tropical humedo	Guías del IPCC 2019, VOL 4. Chap 5, Cuadro 5.2, , tropical humedo, todas las regiones, Perenne con combra									
	Cultivos perennes, puros: Café sin sombra	Remaining land	IPCC Tier 1 assumption	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]					IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5, FLU: Tropical/ Labranza completa/bajo, tropical, húmedo.				



Categoría	Subcategoría /fuente	Sub_Subcategoría /fuente	Fuente											
			Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa subterránea	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Materia orgánica muerta	Factor de emisión CH <sub>4</sub>	Factor de emisión N <sub>2</sub> O	
		After conversion/disturbance	Se estima como AGB / años de crecimiento (cosecha) = 5 años	Se asume que al momento de la conversión el cafetal tiene por los menos 2 años, para ser identificado en la imagen satelital										
Pastizales	Pastizal	Remaining land	IPCC Tier 1 assumption											
		After conversion/disturbance	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Guías del IPCC 2006, Volumen 4, Capitulo 6, Seccion 6.2.1.4, step 3	Valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2019	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FLU (todas)	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FMG, Nominally managed - none degraded	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FI, Medio	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Cuadro 2.5 IPCC 2006, V4, Cap 2, Savannah and Grasslands		
	Vegetación herbácea y arbustiva	Remaining land	IPCC Tier 1 assumption											
		After conversion/disturbance	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Guías del IPCC 2006, Volumen 4, Capitulo 6, Seccion 6.2.1.4, step 3	Valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2019	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FLU (todas)	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FMG, Nominally managed - none degraded	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FI, Medio	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	Cuadro 2.5 IPCC 2006, V4, Cap 2, Savannah and Grasslands		



Tabla 4.16 Factores de emisión usados para estimar las emisiones del sector 3B Tierras

Categoría	Subcategoría/fuente	Sub_Subcategoría /fuente	Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Relación biomasa aérea/biomasa subterránea (R)	Biomasa Subterránea	Biomasa Total	Tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Factor de entrada de materia orgánica (FI)	Materia orgánica muerta	Factor de emisiónCH <sub>4</sub>	Factor de emisiónN <sub>2</sub> O
			[t C / ha / yr]	[t C / ha]	[t BGB dm / (t AGB dm)]	[t C / ha]	[t C / ha]	[Años]	[t C / (t d.m.)]	[t C / ha]	Adimensional	Adimensional	Adimensional	[t C / ha]	Adimensional	Adimensional
Tierras Forestales	Bosque Latifoliado Húmedo (FLAT)	002) Latifoliado siempreverde maduro [BOLMa]	2,79	73,52	0,24	17,48	91	60	0,5	120,45	1	1	1	10,84	6,8	0,2
		003) Latifoliado siempreverde medio [BOLMe]	2,9	64,4	0,17	11,04	75,44	34						4,37		
		004) Latifoliado siempreverde joven [BOLJo]	3,2	31,42	0,29	9,13	40,55	10						4,93		
	Bosque de Conifera (FCON)	007) Pino maduro [BOCMa]	2,7	45,4	0,09	3,95	49,35	61,53		94,71				2,45		
		008) Pino medio [BOCMe]	5,9	38,2	0,34	13,02	51,22	34,7						1,23		
		009) Pino joven [BOCJo]	5,56	21,55	0,54	11,69	33,24	17						2,28		
		010) Pino regeneración [BOCRe]	7,32	13,31	0,51	6,85	20,16	5						12,27		
	Bosque Mixto (FMIX)	011) Mixto maduro [BOMMa]	1,82	55,22	0,29	15,81	71,03	60,77		95,34				2,79		
		012) Mixto medio [BOMMe]	2,17	37,29	0,3	11,14	48,43	34,35						5,41		
		013) Mixto joven [BOMJo]	2,38	16,1	0,3	4,91	21	13,5						1,65		
	Bosque Deciduo (FDEC)	005) Bosque seco [BOSSe]	0,92	18,45	0,32	5,86	24,32	40		83,05				1,31		
		Bosque Seco joven	3,9	16,1	0,32	5,12	21,22							1,31		
	Bosque de Mangle (FMAN)	014) Manglar maduro [BOGMa]	1,44	80,29	0,28	22,76	103,05	50,68		130,43				1,29		
		015) Manglar medio [BOGMe]	3,25	69,45	0,27	18,63	88,08	25,6						2		
		016) Manglar joven [BOGJo]	5,06	16,35	0,29	4,78	21,13	10						1,03		
	Agrobosque (FAGBO)	Agrobosque Maduro	2,4	14,55	0,29	3,47	18,02	20		94,27				3,53		
Agrobosque Joven		2,4	14,55	0,12	1,74	16,28	3,53									



4

Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Categoría	Subcategoría/fuente	Sub_Subcategoría /fuente	Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Relación biomasa aérea/biomasa subterránea (R)	Biomasa Subterránea	Biomasa Total	Tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Materia orgánica muerta	Factor de emisiónCH <sub>4</sub>	Factor de emisiónN <sub>2</sub> O
			[t C / ha / yr]	[t C / ha]	[t BGB dm / (t AGB dm)]	[t C / ha]	[t C / ha]	[Años]	[t C / (t d.m.)]	[t C / ha]	Adimensional	Adimensional	Adimensional	[t C / ha]	Adimensional	Adimensional
Tierras de Cultivo	Cultivos de ciclo cortos	Remaining land	-	3,62	0,3	1,08	4,7	20	0,5	87,42	0,83	1,04	1	0,27	2,7	0,07
		After conversion/disturbance	-	-		-	-									
	Cultivos perennes, agroforestales: Café	Remaining land	-	12,12	0,29	3,47	15,6			94,94	1,01	1,04	1	3,53		
		After conversion/disturbance	2,4	12,12		3,47	15,6									
	Cultivos perennes, agroforestales: Cacao	Remaining land	-	12,12	0,29	3,47	15,6			88,26	1,01	1,04	1	3,53		
		After conversion/disturbance	2,4	12,12		3,47	15,6									
	Cultivos perennes, puros: Frutales	Remaining land	-	62,97	0,26	16,66	79,63			84,01	1,01	1,04	1	0,19		
		After conversion/disturbance	2,4	12		3,17	15,17									
	Cultivos perennes, puros: Palma africana	Remaining land	-	21	0,23	4,83	25,83			123,85	1,01	1,04	1	-		
		After conversion/disturbance	2,4	12		2,76	14,76									
	Cultivos perennes, puros: Café sin sombra	Remaining land	-	11,34	0,28	3,19	14,53			98,19	0,83	1,04	1	-		
		After conversion/disturbance	2,27	11,34		3,19	14,53									
Pastizales	Pastizal	Remaining land	-	4,33	0,29	1,24	5,56	20	0,47	99,25	1	1	1	0,76	2,3	0,21
		After conversion/disturbance	4,33													
	Vegetación herbácea y arbustiva	Remaining land	-	3,65	0,29	1,06	4,71			95,72	1,09					
		After conversion/disturbance	3,65													







#### 4.6.1.3 Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación

Los criterios técnicos para definir las categorías del uso de la tierra en el proceso de colecta de datos de actividad del Inventario de GEI para el sector de 3B Tierras, fue construida a partir de la participación de diferentes profesionales de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), con el apoyo de la Coalición de Naciones con Bosques Tropicales (CfRN).

Como resultado, se definieron categorías de nivel 1, que corresponden directamente a las directrices del IPCC de 2006, conformadas a su vez por subcategorías de análisis específicas del país de nivel 2, 3 y 4. Las definiciones se establecieron a partir del consenso del equipo técnico, las definiciones establecidas en el marco del sistema de clasificación establecido en el proceso de construcción del Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra en la República de Honduras 2018 (ICF, 2018), las definiciones establecidas en el Manual para la colecta de datos de campo para el inventario nacional forestal de Honduras 2017 (ICF, 2017) y, definiciones del Manual de la Convención de Ramsar: Guía de la Convención sobre los Humedales (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2004).

En la Tabla 4.17 se presentan las definiciones utilizadas por Honduras para las categorías de uso de la tierra que forman parte del sector 3B Tierras<sup>3</sup>.

Tabla 4.17. Definiciones de las categorías y subcategorías de uso de la tierra para el sector 3B Tierras.

Categoría de uso de la tierra	Subcategorías de uso de la tierra
<b>Tierras forestales:</b>	<b>Bosque Latifoliado Húmedo:</b> Bosque en el que la cobertura de especies de hoja ancha es igual o mayor a 75%, con un follaje siempre verde y constituidas por diversas especies.
	<b>Bosque de conífera:</b> Es una asociación vegetal natural o plantada, en cualquier etapa del ciclo natural de vida, con una extensión superficial mínima de 1 hectárea, con una cobertura de dosel mayor del 10 % y que dicha área de este dosel esté cubierto al menos en un 75% por una o más especies de conífera
	<b>Bosque Mixto:</b> Asociación entre especies de bosque latifoliado y bosque de conífera, se identifica en zonas de transición entre ambos bosques. En este tipo de bosque pueden predominar las coníferas o especies de hoja ancha, siempre que el porcentaje de cobertura del grupo dominante sea menor a 75%.
	<b>Bosque deciduo:</b> Bosques de hoja ancha con presencia de especies arbóreas que pierden sus hojas total o parcialmente en época seca, y que el porcentaje de cobertura de estas especies sea al menos 75% cuando este asociado con especies de conífera.
	<b>Bosque de mangle:</b> Son bosques costeros de una o varias especies de mangle con influencia de agua salina o salobre generalmente en suelos inundados, con formaciones vegetales leñosas arbóreas o arbustivas con altura mayor de 1 metro, con una cobertura de copas de al menos 10 %.
<b>Tierras de cultivo:</b>	<b>Cultivos de ciclo cortos:</b> Son áreas destinadas a cultivos bianual o anual como hortalizas, granos básicos, caña, piña, plátano, arroz y otros mediante la implementación de prácticas mecanizadas y/o tradicionales de preparación, siembra, riego y control.
	<b>Café:</b> Son plantaciones de una o más variedades de café, que están en asocio con especies arbóreas, plantadas o establecidas naturalmente, las cuales tienen un

<sup>3</sup> Para más información ver: Gobierno de Honduras, 2023. Propuesta de Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestal 2016-2020.



Categoría de uso de la tierra	Subcategorías de uso de la tierra
	<p>porcentaje de cobertura mayor o igual al 4 % y no sobrepasa el umbral establecido en la definición de bosque.</p> <p><b>Cacao:</b> Son plantaciones de una o más variedades de cacao, en asocio con especies arbóreas, plantadas o establecidas naturalmente, las cuales tienen un porcentaje de cobertura mayor o igual al 4 % y no sobrepasa el umbral establecido en la definición de bosque</p> <p><b>Frutales:</b> Son plantaciones permanentes de una o más especies frutales leñosas, con fines comerciales, bajo un manejo tecnificado, semitecnificado o tradicional.</p> <p><b>Palma africana:</b> Son plantaciones ocupadas por monocultivos de diversas variedades de palma africana (<i>Elais guinensis</i>), establecidas con fines comerciales y bajo manejo tecnificado y semitecnificado, con mayor presencia en el litoral atlántico de Honduras</p> <p><b>Café sin sombra:</b> Son plantaciones de una o más variedades de café y aunque presenten asocio con especies arbóreas, el porcentaje de cobertura es menor al 4%.</p>
Pastizales	<p><b>Pastizal:</b> Son áreas con pastizales cultivados o naturales como las sábanas, áreas con o sin cobertura boscosa principalmente con cobertura de gramíneas (herbáceas), usados o no para pastoreo; incluye zonas de recreación y sistemas silvopastoriles, la cobertura debe estar por debajo de los umbrales definidos para la categoría de tierras forestales.</p> <p><b>Vegetación herbácea y arbustiva:</b> Son áreas que fueron utilizadas para la producción agrícola o pecuaria y/o afectadas por cualquier otro factor antropogénico o natural y que se encuentran en procesos de regeneración natural pero que aún no alcanzan las características para ser consideradas en la categoría de bosques; puede incluir también áreas que presenten arbustos u otra vegetación propia de pastizales naturales.</p>
Humedales	<p><b>Humedales con vegetación:</b> Son las extensiones de marismas, pantanos, turberas o superficies cubiertas de agua sean estas de régimen natural, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas y que no está dentro de las categorías de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizal o asentamientos</p> <p><b>Cuerpos de agua:</b> Ríos, lagos, lagunas, embalses y otros cuerpos de agua naturales o artificiales</p>
Asentamientos	<p><b>Asentamientos</b> Esta categoría incluye toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño, a menos que ya estén incluidos en otras categorías.</p>
Otras tierras	<p><b>Otras tierras:</b> Esta categoría incluye el suelo desnudo, arenas de playa, coral emergido, roca y todas aquellas zonas que no estén incluidas en ninguna de las otras cinco categorías. Permite que el total de las superficies de tierra identificadas coincida con la superficie nacional.</p>

#### 4.6.1.4 Métodos utilizados para la representación de las tierras

Para la generación de los datos de actividad empleados para la estimación de emisiones y absorciones de GEI del sector 3B Tierras, se utilizó la aplicación<sup>4</sup> LUA SPP, desarrollada por la Coalición de Naciones con Bosques Tropicales (CfRN) para la evaluación del uso de la tierra, la cual cumple con los requisitos de informes sistemáticos de la CMNUCC establecidos por las Directrices del IPCC 2006.

Esta aplicación, a partir del acceso gratuito a las imágenes satelitales de Google Earth pro y Google Earth Engine, mediante formularios previamente construidos, permitió la identificación de las categorías y subcategorías de uso de la tierra, así como la identificación de cambios que se dan entre diferentes usos de la tierra a través del tiempo.

<sup>4</sup> Aplicación se deriva y adaptada de Collect Earth Online desarrollada por SERVIR (USAID y NASA) y la FAO.



Previo a la colecta de datos de actividad, utilizando la información geoespacial del Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), el país definió una cuadrícula de parcelas de muestreo, la cual corresponde a la superficie de la tierra delimitada espacialmente para Honduras (111, 498 km<sup>2</sup>). La malla de muestreo sistemático está representada por 18.552 parcelas de muestra de 1 hectárea, con un distanciamiento entre unidades de muestreo de 2.5x2.5 km. Paralelamente, el equipo de trabajo estableció las definiciones de uso (Tabla 4.17) y los lineamientos y criterios técnicos para guiar la interpretación/evaluación del uso y cambio del uso de la tierra.

Para estandarizar y reducir la incertidumbre al momento de interpretar las imágenes se realizó con el equipo técnico, un análisis sobre las posibilidades e imposibilidades de transiciones entre categorías y subcategoría de uso de la tierra, considerando las características propias de los ecosistema y agroecosistemas particulares del país.

Se usaron imágenes satelitales PlanetScope, Landsat (5, 7 y 8), Sentinel-2 en la decisión final para clasificar los usos y los cambios de uso de la tierra para cada año. Las imágenes de Bing de la herramienta LUAPP solo se usaron como referencia, debido no está actualizada para Honduras. Adicionalmente, para apoyar el ejercicio de interpretación de las imágenes se uso como referencia la siguiente información oficial del país: 1) Mapas de Cobertura forestal y uso del suelo año 2014 y 2018; 2) Áreas bajo manejo forestal (Privadas y nacionales); 3) Polígonos de áreas propuestas y declaradas como Zona de Protección Forestal; 4) límites de áreas protegidas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras (SINAPH); 5) Capa vectorial de plagas forestales; 6) Áreas afectadas por incendios (año 2005-2019 MODIS y 2020 datos oficiales de ICF); 7) Áreas en procesos de restauración (Plantaciones y regeneración natural) y; 8) Red de puntos de muestreo por tipo de bosque.

Como se mencionó, en el LUA SPP se construyó un formulario para el levantamiento de la información, consensado con el Instituto de Conservación Forestal y la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. El formulario, permitió el levantamiento de la información de cada una de las 18.552 parcelas muestreadas (consistente con la malla de muestreo).

Una vez finalizada la colecta de datos de cada parcela, se obtuvo una base de datos con toda la información registrada de las 18.552 parcelas desde 2005 hasta 2020. Cada una de las parcelas incluye la serie temporal que indica el uso de la tierra, si la parcela se mantuvo en la misma categoría o si hubo conversión de uso de la tierra, y el o los respectivos años de conversión.

En la Tabla 4.18 se presenta la matriz de áreas de cambios trabajada para toda la serie 2005-2020, donde se observan la superficie de cada uso de la tierra y sus respectivas permanencias y conversiones, resaltando en las diagonales las tierras que se mantienen en el mismo uso, mientras que las áreas por fuera de las diagonales corresponden a las superficies que se encuentran en conversión de una categoría a otra; así mismo, se observa que las sumatorias de los subtotales de cada uso anuales corresponden al área total del país, estas matrices han sido empleadas como datos de actividad para las estimaciones de GEI en las diferentes categorías de uso y cambio de uso de la tierra del sector.



Tabla 4.18. Matriz de representación coherente de la tierra para la serie temporal 1990-2020

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (ha)	3.B.1 Tierras forestales	3.B.2 Tierras de cultivo	3.B.3 Pastizales	3.B.4 Humedales	3.B.5 Asentamientos	3.B.6 Otras tierras
	Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial						
2006	3.B.1 Tierras forestales	6.813.566	3.606	10.818	-	-	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	601	1.002.472	3.005	-	601	-
	3.B.3 Pastizales	6.010	4.808	2.785.046	-	-	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	387.647	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	125.610	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	6.010
2007	3.B.1 Tierras forestales	6.800.945	4.808	13.823	-	601	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	1.202	1.007.881	1.202	-	601	-
	3.B.3 Pastizales	2.404	6.611	2.788.652	-	1.202	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	387.647	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	126.211	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	6.010
2008	3.B.1 Tierras forestales	6.773.299	7.813	23.439	-	-	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	1.202	1.018.098	-	-	-	-
	3.B.3 Pastizales	6.010	7.212	2.788.652	-	1.803	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	387.647	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	128.615	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	6.010
2009	3.B.1 Tierras forestales	6.755.870	4.207	19.833	-	601	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	1.202	1.031.320	601	-	-	-
	3.B.3 Pastizales	5.409	3.005	2.802.475	-	1.202	-



4

Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (ha)	3.B.1 Tierras forestales	3.B.2 Tierras de cultivo	3.B.3 Pastizales	3.B.4 Humedales	3.B.5 Asentamientos	3.B.6 Otras tierras
	Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial						
	3.B.4 Humedales	-	-	601	387.046	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	130.418	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	6.010
2010	3.B.1 Tierras forestales	6.724.618	4.808	31.252	-	1.803	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	1.803	1.031.921	4.808	-	-	-
	3.B.3 Pastizales	15.626	10.217	2.795.263	601	1.803	-
	3.B.4 Humedales	-	601	-	386.445	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	132.221	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	6.010
2011	3.B.1 Tierras forestales	6.708.391	10.217	23.439	-	-	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	1.202	1.043.941	1.803	-	601	-
	3.B.3 Pastizales	14.424	7.813	2.807.884	-	1.202	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	387.046	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	135.827	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	6.010
2012	3.B.1 Tierras forestales	6.689.159	10.818	21.636	601	1.803	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	6.010	1.052.957	1.803	-	1.202	-
	3.B.3 Pastizales	9.616	16.227	2.807.283	-	-	-
	3.B.4 Humedales	601	-	-	386.445	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	137.630	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	6.010
2013	3.B.1 Tierras forestales	6.665.720	13.222	25.242	-	1.202	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	3.005	1.073.391	3.606	-	-	-



4

Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (ha)	3.B.1 Tierras forestales	3.B.2 Tierras de cultivo	3.B.3 Pastizales	3.B.4 Humedales	3.B.5 Asentamientos	3.B.6 Otras tierras
	Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial						
	3.B.3 Pastizales	19.833	18.631	2.791.657	-	601	-
	3.B.4 Humedales	-	601	-	386.445	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	140.635	-
	3.B.6 Otras tierras	601	-	-	601	-	4.808
2014	3.B.1 Tierras forestales	6.635.670	18.631	34.257	-	601	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	12.020	1.089.017	4.207	-	601	-
	3.B.3 Pastizales	27.646	21.035	2.770.622	-	1.202	-
	3.B.4 Humedales	-	601	-	386.445	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	142.438	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808
2015	3.B.1 Tierras forestales	6.619.442	15.626	40.267	-	-	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	9.616	1.117.264	1.202	601	601	-
	3.B.3 Pastizales	10.217	9.616	2.788.051	-	1.202	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	386.445	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	144.842	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808
2016	3.B.1 Tierras forestales	6.532.898	13.823	92.554	-	-	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	6.611	1.131.087	4.207	-	601	-
	3.B.3 Pastizales	22.838	12.621	2.791.657	-	2.404	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	387.046	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	146.645	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808
2017	3.B.1 Tierras forestales	6.485.419	17.429	58.898	-	601	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	5.409	1.150.920	1.202	-	-	-



4

Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (ha)	3.B.1 Tierras forestales	3.B.2 Tierras de cultivo	3.B.3 Pastizales	3.B.4 Humedales	3.B.5 Asentamientos	3.B.6 Otras tierras
	Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial						
	3.B.3 Pastizales	13.222	13.823	2.859.570	-	1.803	-
	3.B.4 Humedales	-	-	601	386.445	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	149.650	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808
2018	3.B.1 Tierras forestales	6.427.122	13.222	61.903	-	1.803	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	12.621	1.161.137	7.212	601	601	-
	3.B.3 Pastizales	13.222	7.813	2.895.630	601	3.005	-
	3.B.4 Humedales	-	-	601	385.844	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	152.054	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808
2019	3.B.1 Tierras forestales	6.391.062	6.611	55.292	-	-	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	6.010	1.173.157	3.005	-	-	-
	3.B.3 Pastizales	9.015	12.621	2.940.105	1.803	1.803	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	387.046	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	157.463	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808
2020	3.B.1 Tierras forestales	6.318.941	10.217	72.120	3.005	1.803	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	4.808	1.181.571	3.005	2.404	601	-
	3.B.3 Pastizales	6.010	7.212	2.982.175	1.803	1.202	-
	3.B.4 Humedales	-	-	601	388.248	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	159.266	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808
2021	3.B.1 Tierras forestales	6.262.447	5.409	61.302	-	601	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	2.404	1.194.793	1.202	601	-	-





4 Mecanismo de monitoreo reporte y verificación

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (ha)	3.B.1 Tierras forestales	3.B.2 Tierras de cultivo	3.B.3 Pastizales	3.B.4 Humedales	3.B.5 Asentamientos	3.B.6 Otras tierras
	Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial						
	3.B.3 Pastizales	10.217	2.404	3.042.876	1.803	601	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	395.460	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	162.872	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808
2022	3.B.1 Tierras forestales	6.221.579	4.207	48.080	-	1.202	-
	3.B.2 Tierras de cultivo	-	1.201.404	1.202	-	-	-
	3.B.3 Pastizales	2.404	1.202	3.101.774	-	-	-
	3.B.4 Humedales	-	-	-	397.864	-	-
	3.B.5 Asentamientos	-	-	-	-	164.074	-
	3.B.6 Otras tierras	-	-	-	-	-	4.808



#### 4.6.1.5 Métodos para evaluar Perturbaciones

Integrado al análisis presentado en la sección anterior, la herramienta LUA SPP permitió mediante el uso de los mismos formularios, evaluar para las 18.552 parcelas la ocurrencia o no de perturbaciones que no implicaban un cambio de uso de la tierra, principalmente para la categoría de 3B1 Tierras Forestales. Se clasificaron diferentes tipos de disturbios evaluando los porcentajes de afectación detectado a lo largo del periodo de tiempo.

Los disturbios identificados son5:

- Incendios
- Agricultura
- Ganadería
- Infraestructura
- Minería
- Plagas
- Extracción de madera, ya sea por manejo forestal o tala ilegal
- Huracanes, tormentas o inundaciones

La base de datos obtenida de las 18.552 parcelas desde 2005 hasta 2020, adicional a la clasificación del uso y conversiones de uso la tierra presenta la información de los disturbios y los respectivos años de ocurrencia. Para la estimación de emisiones de GEI de las perturbaciones se usó la Ecuación 4-8 presentada en la sección 3.1.2.

#### 4.6.1.6 Consistencia con el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y Anexo Técnico del BUR.

Honduras, en el marco de la metodología definida para la colecta de datos de actividad asegura consistencia entre los diferentes reportes enviados a la CMNUCC, utilizando la misma información para el reporte de emisiones de GEI del presente Inventario GEI. En la Tabla 4.19, se presentan las categorías del sector 3B Tierras del presente Inventario de GEI que deben ser homologadas con las actividades REDD+ presentadas en el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y el Anexo Técnico de BUR

Tabla 4.19. Homologación Categorías IPCC y Actividades REDD+

Categoría IPCC Declarada en el Inventario GEI	Actividades REDD+ NREF-Anexo Técnico
3B1a Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales (disturbios de agricultura, ganadería, infraestructura, plagas, incendios (CO <sub>2</sub> ), tala ilegal, minería y huracanes/tormentas)	Degradación forestal
3C1 Emisiones del quemado de biomasa en tierras forestales (Emisiones No CO <sub>2</sub> ). Incendios.	
3B1a Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales (sin disturbios)	Conservación de las reservas de carbono

5 Para más información ver: Gobierno de Honduras, 2023. Propuesta de Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestal 2016-2020.



4

Módulo de agricultura, silvicultura  
y otros usos de la tierra

Categoría IPCC Declarada en el Inventario GEI	Actividades REDD+ NREF-Anexo Técnico
3B1a Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales, (bajo manejo forestal).	Gestión Forestal Sostenible
3B1bi Cultivos que se convierten a Tierras forestales	Incremento en las reservas de carbono
3B1bii Pastizales que se convierten a Tierras forestales	
3B1biii Humedales que se convierten a Tierras forestales	
3B1biv Asentamientos que se convierten a Tierras forestales	
3B1bv Otras tierras que se convierten a Tierras forestales	
3B2bi Tierras forestales que se convierten a Cultivos	
3B3bi Tierras forestales que se convierten a Pastizales	
3B4bi Tierras forestales que se convierten a Humedales	
3B5bi Tierras forestales que se convierten a Asentamientos	
3B6bi Tierras forestales que se convierten a Otras tierras	

#### 4.6.1.7 Tendencia de los GEI del sector

Para la serie de tiempo comprendida entre los años de 2016 a 2020, el balance neto de emisiones de GEI del sector UTUCTS fue negativo para todos los años (mayores absorciones que emisiones), a excepción del año 2016, el resultado anual estimado para el sector se encuentra asociado principalmente al comportamiento de dos categorías; 3.B.3 Pastizales, que reporta las mayores emisiones y; 3.B.1 Tierras Forestales, que reporta las mayores absorciones (Tabla 4.20).

Tabla 4.20. Sector 3B Tierras: Balance de emisiones de GEI por categoría (Gg CO<sub>2</sub> eq)

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020
<b>3.B.1 Tierras forestales</b>	-24.990,5	-29.575,48	-28.346,14	-30.536,94	-28.312,33
<b>3.B.2 Tierras de cultivo</b>	1.685,92	1.526,19	1.855,18	338,54	1.292,33
<b>3.B.3 Pastizales</b>	25.082,74	16.593,17	18.414,40	18.095,77	24.971,93
<b>3.B.4 Humedales</b>	32,92	32,92	127,18	306,14	1.025,94
<b>3.B.5 Asentamientos</b>	499,23	655,54	955,96	639,07	843,05
<b>3.B.6 Otras tierras</b>	-	-	-	-	-
<b>Balance</b>	<b>2.310,28</b>	<b>-10.767,66</b>	<b>-6.993,41</b>	<b>-11.157,43</b>	<b>-179,08</b>

En la Figura 4.11 se puede observar que las emisiones netas estimadas de GEI (balance) para el sector UTCUTS tienen una tendencia creciente entre el periodo 2005 a 2020, donde las mayores emisiones netas se alcanzan en el año 2016, el cual es el único periodo en que el balance del sector es positivo. El 2020 es el segundo año con mayores emisiones netas, aunque aún presenta absorciones (-179,08 Gg CO<sub>2</sub> eq). La tendencia creciente de las emisiones netas se debe principalmente a una disminución en las absorciones de GEI reportadas en la categoría 3.B.1 Tierras forestales, alcanzando su mínimo histórico en 2016 y; un aumento de las emisiones de las categorías 3.B.3 Pastizales.

Para el año 2020, 3.B.1 Tierras forestales, tuvo un porcentaje de participación de las emisiones netas de un 50%, seguido de las categorías 3.B.3 Pastizales con el 44%.

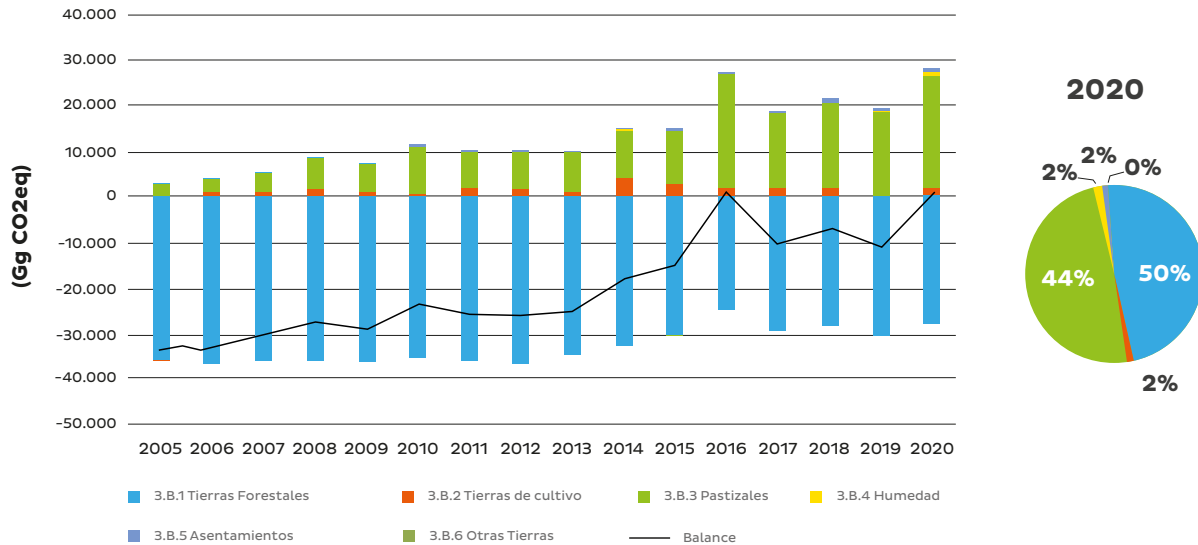


Figura 4.7. Sector 3B Tierras: emisiones de GEI por categoría (Gg CO2 eq), serie 2005 a 2020

## 4.6.2 Tierras forestales – 3B1

### 4.6.2.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se reportan las emisiones y absorciones que se generan por los cambios en los contenidos de carbono en las tierras forestales que permanecen como tierras forestales, así como en otros usos de la tierra que se convierten en tierras forestales (ganancias en la cobertura forestal).

En la Tabla 4.21 se puede observar que la categoría Tierras Forestales presentó un balance neto negativo en los últimos 5 años reportados, indicando que esta categoría está representada principalmente por absorciones de GEI. Las mayores absorciones de GEI de estos últimos años se explican a los incrementos en los contenidos de carbono, principalmente en biomasa, de las tierras forestales que permanecen.

Frente a las categorías de conversiones de tierras forestales, las dos que más aportan están relacionadas por incrementos en los contenidos de carbono de Tierras de Cultivo y Pastizales que se convierten en tierras forestales.

Tabla 4.21. Categoría 3B1 Tierras Forestales - Emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020
3.B.1.a Tierras forestales que permanecen como tales	-21.483,40	-26.694,33	-25.157,46	-27.575,55	-25.369,06
3.B.1.b.i Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	-1.416,14	-1.488,70	-1.673,42	-1.775,41	-1.871,93
3.B.1.b.ii Pastizales convertidos en tierras forestales	-2.049,61	-1.351,08	-1.473,89	-1.144,61	-1.029,97
3.B.1.b.iii Humedales convertidos en tierras forestales	-19,7	-19,7	-19,7	-19,7	-19,7
3.B.1.b.iv Asentamientos convertidos en tierras forestales	-	-	-	-	-
3.B.1.b.v Otras tierras convertidas en tierras forestales	-21,67	-21,67	-21,67	-21,67	-21,67
<b>Balance</b>	<b>-24.990,52</b>	<b>-29.575,48</b>	<b>-28.346,14</b>	<b>-30.536,94</b>	<b>-28.312,33</b>

En la Figura 4.8 se puede observar que durante el periodo 2005 – 2020, las Tierras Forestales se caracterizan por su balance neto negativo (absorciones de GEI); sin embargo, se puede evidenciar que dicho volumen de absorciones ha decrecido ligeramente a partir del año 2014. Para el año 2020 la categoría con mayor peso en el porcentaje del balance neto fue 3.B.1.a Tierras Forestales que permanecen (89%), seguida por las categorías 3.B.1.b.i Tierras de Cultivo convertidas en Tierras Forestales (7%) y 3.B.1.b.ii Pastizales convertidas en Tierras Forestales (4%).

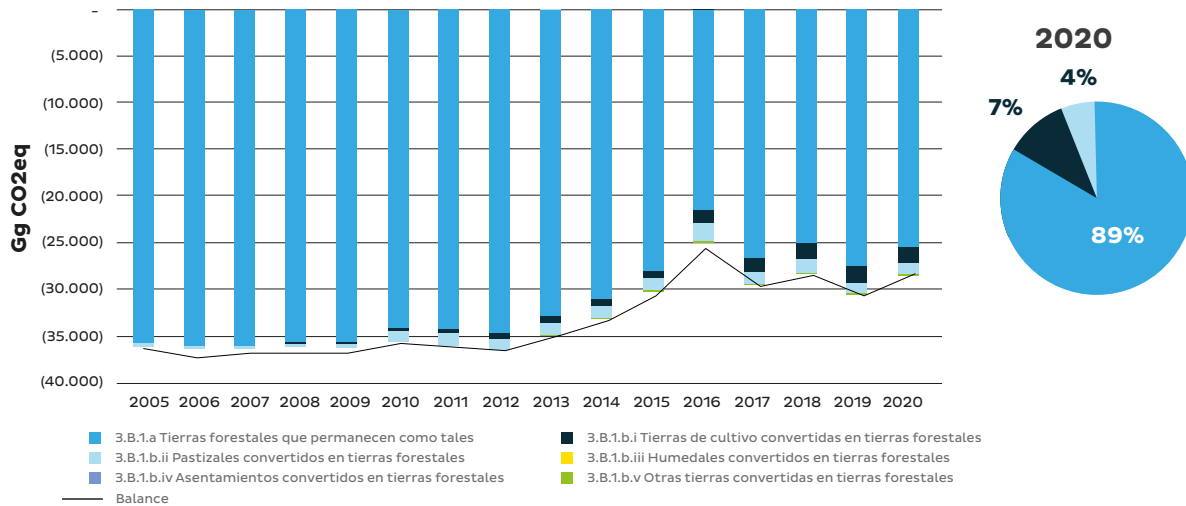


Figura 4.8. Categoría 3B1 Tierras Forestales - Emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020



#### 4.6.2.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.6.2.2.1 Datos de actividad

En el ítem 6.7 sobre representación coherente de las tierras, se explica el método de obtención de los datos de actividad de la serie de tiempo 2005–2020 sobre cambios de uso del suelo del sector UTCUTS. En la Tabla 4.22 se presenta la información de superficies utilizadas como datos de actividad para la estimación de las emisiones de GEI por la permanencia de tierras forestales y por la conversión de tierras a tierras forestales.

En términos generales se evidencia una reducción de la superficie total de Tierras Forestales pasando de 6.820.177 ha en 2006 a 6.329.759 ha en 2020, lo anterior debido principalmente a la reducción de Tierras Forestales que permanece. Las superficies anuales reportadas convertidas en tierras forestales tienden a aumentar, alcanzando su máximo pico en 2014 con 39.666 ha. En el año 2020 se reportaron 10.818 ha de tierras que se convirtieron en tierras forestales. Esta información es consistente con las estimaciones de GEI reportadas.

Tabla 4.22. Categoría 3B1 Tierras Forestales- Datos de actividad (superficie en ha) de tierras forestales que permanecen como tales y tierras convertidas en tierras forestales, 2005 – 2020.

Año	3.B.1.a Tierras forestales que permanecen como tales	3.B.1.b.i Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	3.B.1.b.ii Pastizales convertidos en tierras forestales	3.B.1.b.iii Humedales convertidos en tierras forestales	3.B.1.b.iv Asentamientos convertidos en tierras forestales	3.B.1.b.v Otras tierras convertidas en tierras forestales	Total general
2006	6.813.566	601	6.010	-	-	-	6.820.177
2007	6.800.945	1.202	2.404	-	-	-	6.804.551
2008	6.773.299	1.202	6.010	-	-	-	6.780.511
2009	6.755.870	1.202	5.409	-	-	-	6.762.481
2010	6.724.618	1.803	15.626	-	-	-	6.742.047
2011	6.708.391	1.202	14.424	-	-	-	6.724.017
2012	6.689.159	6.010	9.616	601	-	-	6.705.386
2013	6.665.720	3.005	19.833	-	-	601	6.689.159
2014	6.635.670	12.020	27.646	-	-	-	6.675.336
2015	6.619.442	9.616	10.217	-	-	-	6.639.276
2016	6.532.898	6.611	22.838	-	-	-	6.562.347
2017	6.485.419	5.409	13.222	-	-	-	6.504.050
2018	6.427.122	12.621	13.222	-	-	-	6.452.965
2019	6.391.062	6.010	9.015	-	-	-	6.406.087
2020	6.318.941	4.808	6.010	-	-	-	6.329.759

Adicional a lo anterior, en la Tabla 4.23 se muestran los datos de actividad empleados para la estimación de pérdidas de carbono por diferentes actividades y disturbios en tierras forestales que permanecen para el periodo 2005 – 2020

TABLA 4.23. CATEGORÍA 3B1 TIERRAS FORESTALES - DATOS DE ACTIVIDAD DE DISTURBIOS REPORTADOS EN TIERRAS FORESTALES QUE PERMANECEN EN HA, 2005 – 2018.

Año	Actividad/Disturbio (ha)															
	Agricultura	Agricultura - Incendios	Ganadería	Huracanes	Incendios	Incendios - Plagas	Infraestructura	Infraestructura - Incendios	Manejo Forestal Sostenible	Manejo Forestal Sostenible - Incendios	Minería	Plagas	Plagas Incendio	Tala Selectiva Ilegal	Tala Selectiva Ilegal - Incendios	Total por año
2005	1.202	0	2.404	0	69.716	0	1.202	0	2.404	0	0	0	0	1.202	0	78.130
2006	8.414	0	3.606	0	34.858	0	0	0	1.202	0	0	0	0	601	0	48.681
2007	5.409	0	8.414	0	21.035	0	601	0	0	0	0	601	0	3.606	0	39.666
2008	4.207	601	6.010	0	39.666	0	3.606	0	1.202	0	0	0	0	3.606	0	58.898
2009	9.616	0	3.606	0	34.858	0	4.207	0	3.606	0	0	0	0	3.606	0	59.499
2010	17.429	0	6.611	0	37.262	0	4.808	0	1.803	0	0	0	0	5.409	0	73.322
2011	11.419	0	6.611	0	70.317	0	3.005	0	1.803	0	0	0	0	5.409	0	98.564
2012	16.227	0	5.409	0	6.611	0	4.207	0	0	0	0	0	0	10.217	0	42.671
2013	17.429	0	7.813	2.404	39.065	0	4.808	0	3.606	0	0	5.409	0	9.015	0	89.549
2014	40.267	0	7.212	0	54.691	0	4.207	0	5.409	0	0	22.838	0	14.424	0	149.049
2015	31.853	0	7.212	0	30.050	601	6.611	0	1.202	0	0	69.716	0	18.631	0	165.877
2016	36.661	0	15.626	601	61.302	0	7.813	0	4.808	0	601	204.341	2.404	24.040	0	358.198
2017	33.055	0	13.823	601	34.858	601	8.414	0	3.606	0	0	55.292	0	30.050	0	180.301
2018	51.085	0	14.424	1.202	139.433	0	9.616	0	4.808	0	0	23.439	0	25.843	0	269.850
2019	25.242	0	13.823	601	129.216	0	5.409	0	5.409	601	0	7.813	601	25.242	1.202	215.159
2020	34.257	0	13.222	13.823	204.341	601	3.005	1.202	6.611	1.202	0	3.606	0	33.656	601	316.127

### 4.6.2.3 Plan de mejora

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 4.24. Plan de mejora – Categoría 3B1 Tierras Forestales

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3B1 Tierras Forestales	<p>El país cuenta con un método avanzado para la generación de datos de actividad acorde con la aproximación 2 de las directrices del IPCC 2006.</p> <p>La estimación de emisiones de esta categoría se encuentra consolidada en una base de datos exhaustiva, completa y transparente.</p> <p>Para los usos de bosque (tierras forestales) Honduras cuenta con información nivel 2 para los factores de emisión. No obstante, algunos de los factores utilizados tienen incertidumbres superiores al 100%.</p>	<p>Asegurar la comparabilidad y consistencia de la serie temporal, aplicando el método para generación de datos de actividad en futuros informes.</p> <p>Para mejorar la transparencia, incluir una guía paso a paso para la revisión de la base de datos que consolida la estimación de emisiones del sector UTCUTS.</p> <p>Para mejorar la precisión, mejorar la incertidumbre de factores nivel 2 (&lt; 100%), incrementando el tamaño de muestra del inventario forestal, de las siguientes subcategorías de uso de la tierra forestal:</p> <p><b>Crecimiento en Contenidos de carbono de la biomasa aérea:</b></p> <p>Bosque Mixto Bosque Deciduo Bosque de Mangle</p> <p><b>Contenidos de carbono de la biomasa aérea:</b></p> <p>Manglar Joven</p> <p><b>SOcRef</b></p> <p>Bosque de Mangle</p> <p>Adicionalmente, Incrementar el nivel (pasar de 1 a 2), de las siguientes subcategorías de uso de la tierra forestal:</p> <p>Crecimiento en Contenidos de carbono de la biomasa aérea: Bosque seco joven Agrobosque Contenidos de carbono de la biomasa aérea: Bosque seco joven</p>	Transparencia: x
			Precisión: x
			Exhaustividad:
			Comparabilidad: x
			Consistencia: x





#### 4.6.3 Tierras de cultivo - 3B2

##### 4.6.3.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se reportan las emisiones y absorciones que se generan por los cambios en los contenidos de carbono en las tierras de cultivo que permanecen, así como en otros usos de la tierra que se convierten en tierras de cultivo.

En la Tabla 4.25 se puede observar que la categoría Tierras de cultivo presentó un balance neto positivo en el periodo 2016 - 2020, indicando que esta categoría está representada principalmente por emisiones de GEI. Solo la subcategoría 3.B.2.b.i Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo (deforestación), presentó un balance neto positivo de emisiones en los último cinco años reportados y determina el balance general de la categoría. Las demás subcategorías presentan un balance neto negativo, siendo la más representativa 3.B.2.b.ii Pastizales convertidos en tierras de cultivo.

Tabla 4.25. Categoría 3B2 Tierras de cultivo - Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020
3.B.2.a Tierras de cultivo que permanecen como tales	-544,30	-537,19	-527,85	-477,77	- 437,44
3.B.2.b.i Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	3.265,88	3.785,58	3.459,58	1.402,72	2.514,23
3.B.2.b.ii Pastizales convertidos en tierras de cultivo	-973,15	- 1.659,68	-1.014,02	- 523,89	-721,93
3.B.2.b.iii Humedales convertidos en tierras de cultivo	-62,52	-62,52	-62,52	-62,52	-62,52
3.B.2.b.iv Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	-	-	-	-	-
3.B.2.b.v Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	-	-	-	-	-
<b>Balance</b>	<b>1.685,92</b>	<b>1.526,19</b>	<b>1.855,18</b>	<b>338,54</b>	<b>1.292,33</b>

En la Figura 4.9 se observa que, para la serie temporal 2005 - 2020, las emisiones netas totales de la categoría presentan un periodo de incremento que comprende el inicio de la serie hasta el año 2014 y, un periodo de decrecimiento de emisiones netas desde 2014 hasta 2020. Las principales emisiones están asociadas a la subcategoría 3.B.2.b.i Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo, la cual representó en 2020 un 67% de las emisiones netas de la categoría. 3.B.2.b.ii Pastizales convertidos en tierras de cultivo y 3.B.2.a Tierras de cultivo que permanecen como tales reportan absorciones principalmente, y representa el 19% y 12% de la categoría respectivamente.



4

Módulo de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

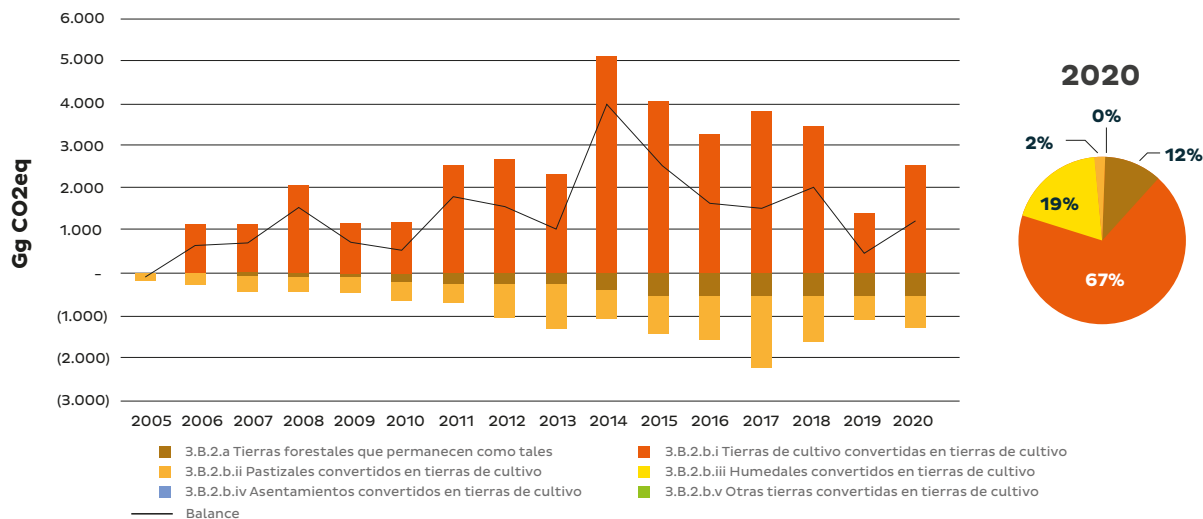


Figura 4.9. Categoría 3B2 Tierras de cultivo - Emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por subcategoría, serie 2005-2020

#### 4.6.3.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.6.3.2.1 Datos de actividad

En la Tabla 4.26 se presentan los datos de actividad de áreas de uso y cambio de uso utilizados para la estimación de las emisiones de GEI en la categoría tierras de cultivo. Se observa un leve crecimiento de 188.114 ha entre el año 2005 y el año 2020. Las mayores conversiones están representadas por tierras forestales que se convierten en cultivos (deforestación) y pérdida de pastizales que se convierten en cultivos.

Tabla 4.26. Categoría 3B2 Tierras de cultivo - Datos de actividad (superficie en ha) de tierras de cultivo que permanecen como tales y tierras convertidas en tierras de cultivo, 2005 - 2020.

Años	3.B.2.a Tierras de cultivo que permanecen como tales	3.B.2.b.i Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	3.B.2.b.ii Pastizales convertidos en tierras de cultivo	3.B.2.b.iii Humedales convertidos en tierras de cultivo	3.B.2.b.iv Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	3.B.2.b.v Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	Total general
2006	1.002.472	3.606	4.808	-	-	-	1.010.886
2007	1.007.881	4.808	6.611	-	-	-	1.019.300
2008	1.018.098	7.813	7.212	-	-	-	1.033.123
2009	1.031.320	4.207	3.005	-	-	-	1.038.532
2010	1.031.921	4.808	10.217	601	-	-	1.047.548
2011	1.043.941	10.217	7.813	-	-	-	1.061.972
2012	1.052.957	10.818	16.227	-	-	-	1.080.002
2013	1.073.391	13.222	18.631	601	-	-	1.105.845
2014	1.089.017	18.631	21.035	601	-	-	1.129.284
2015	1.117.264	15.626	9.616	-	-	-	1.142.506
2016	1.131.087	13.823	12.621	-	-	-	1.157.531
2017	1.150.920	17.429	13.823	-	-	-	1.182.172
2018	1.161.137	13.222	7.813	-	-	-	1.182.172
2019	1.173.157	6.611	12.621	-	-	-	1.192.389
2020	1.181.571	10.217	7.212	-	-	-	1.199.000

#### 4.6.3.3 Plan de mejora

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 4.27. Plan de mejora - Categoría 3B2 Tierras de cultivo

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3B2 Tierras de Cultivo	El país cuenta con un método avanzado para la generación de datos de actividad acorde con la aproximación 2 de las directrices del IPCC 2006.  La estimación de emisiones de esta categoría se encuentra consolidada en una base de datos	Asegurar la comparabilidad y consistencia de la serie temporal, aplicando el método para generación de datos de actividad en futuros informes.  Para mejorar la transparencia, incluir una guía paso a paso para la	Transparencia: x
			Precisión: x
			Exhaustividad:
			Comparabilidad: x
			Consistencia: x



4

Módulo de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
	<p>exhaustiva, completa y transparente.</p> <p>Para los usos de tierras de cultivo, Honduras cuenta con información nivel 1 en la mayoría de los factores de emisión. Algunos de los factores usados de nivel 2 cuentan con incertidumbre superiores al 100%</p>	<p>revisión de la base de datos que consolidad la estimación de emisiones del sector UTCUTS.</p> <p>Para mejorar la precisión, mejorar la incertidumbre de factores nivel 2 (&lt; 100%), realizar muestreos de las siguientes subcategorías de uso de la tierra de cultivos:</p> <p><b>Contenidos de carbono de la biomasa aérea:</b></p> <p>Cultivos de ciclo corto</p> <p><b>Relación Biomasa aérea/biomasa subterránea (r)</b></p> <p>Cultivos Perennes, puros: Frutales</p> <p>Adicionalmente, Incrementar el nivel (pasar de 1 a 2), de las siguientes subcategorías de uso de la tierra de cultivo:</p> <p><b>Crecimiento en Contenidos de carbono de la biomasa aérea:</b></p> <p>Todas las categorías de cultivo después de la conversión y/o disturbios.</p> <p><b>Contenidos de carbono de la biomasa aérea:</b></p> <p>Todas las categorías de cultivo después de la conversión y/o disturbios</p> <p><b>Relación Biomasa aérea/biomasa subterránea (r)</b></p> <p>Cultivos Perennes, puros: Palma</p> <p><b>Materia Orgánica Muerta</b></p> <p>Cultivos Perennes, puros: Palma</p>	

#### 4.6.4 Pastizales -3B3

##### 4.6.4.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En la Tabla 4.28 se observa que en el periodo 2016 a 2020, el balance neto de esta categoría fue positivo alcanzando para el año 2020 24.971 Gg CO<sub>2</sub> eq. Las mayores emisiones se reportan en la subcategoría 3.B.3.b.i Tierras forestales convertidas en pastizales (deforestación). 3.B.3.b.iii Humedales convertidos en pastizales es la única subcategoría en la cual se reportan absorciones de forma constante durante la serie temporal.

Tabla 4.28. Categoría 3B3 Pastizales - Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría de Pastizales, serie 2016-2020.

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020
3.B.3.a Pastizales que permanecen como tales	8,14	7,88	51,99	28,61	49,73
3.B.3.b.i Tierras forestales convertidas en pastizales	25.079,65	16.657,14	18.400,61	18.051,30	24.859,66
3.B.3.b.ii Tierras de cultivo convertidas en pastizales	5,55	-42,59	1,28	46,93	104,21
3.B.3.b.iii Humedales convertidos en pastizales	-10,61	-29,26	-39,49	-31,07	-41,68
3.B.3.b.iv Asentamientos convertidos en pastizales	-	-	-	-	-
3.B.3.b.v Otras tierras convertidas en pastizales	-	-	-	-	-
<b>Balance</b>	<b>25.082,74</b>	<b>16.593,17</b>	<b>18.414,40</b>	<b>18.095,77</b>	<b>24.971,93</b>

Como se observa en la Figura 4.10, la categoría Pastizales se encuentra representada e influenciada por la subcategoría 3.B.3.b.i Tierras forestales convertidas en pastizales. En 2020 dicha subcategoría represento el 99% de las emisiones de GEI estimadas. La tendencia general durante el periodo 2005 – 2020 muestra una tendencia de aumento, siendo el 2016 y el 2020 los años con mayores emisiones de GEI estimados (25.082,74 y 24.971,93 Gg CO<sub>2</sub> eq respectivamente).

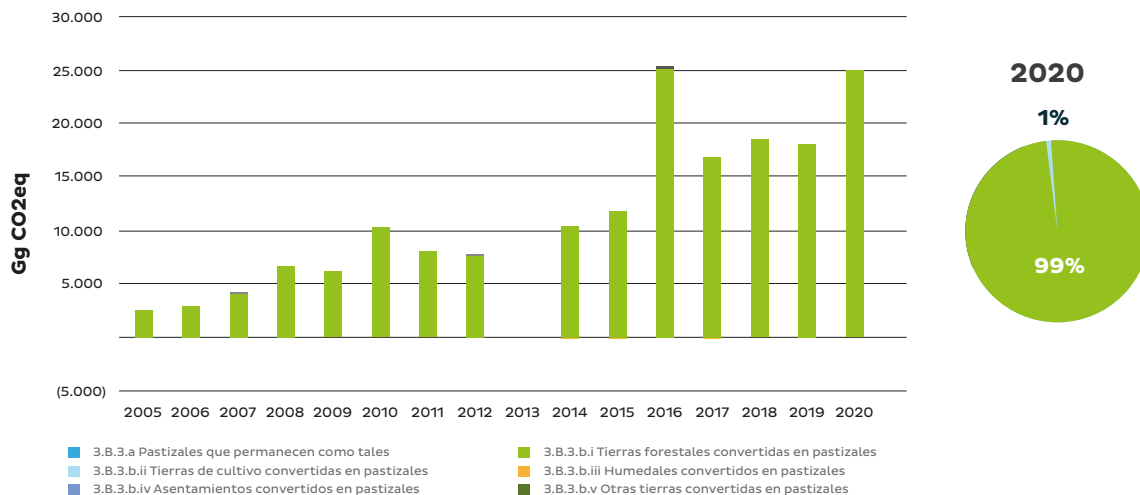


Figura 4.10. Categoría 3B3 Pastizales - Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría de, serie 2005-2020



#### 4.6.4.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.6.4.2.1 Datos de actividad

Se observa que las superficies de uso de la tierra de la categoría 3.B.3 Pastizales ha incrementado superficie en más de 259.032 ha entre el año 2005 y 2020. Estos incrementos se deben principalmente a las conversiones en superficies de tierras forestales convertidas en Pastizales (Tabla 4.29).

Tabla 4.29. Categoría 3B3 Pastizales - Datos de actividad (superficie en ha) de pastizales que permanecen como tales y tierras convertidas en pastizales, 2005 - 2020.

Años	3.B.3.a Pastizales que permanecen como tales	3.B.3.b.i Tierras forestales convertidas en pastizales	3.B.3.b.ii Tierras de cultivo convertidas en pastizales	3.B.3.b.iii Humedales convertidos en pastizales	3.B.3.b.iv Asentamientos convertidos en pastizales	3.B.3.b.v Otras tierras convertidas en pastizales	Total general
2006	2.785.046	10.818	3.005	-	-	-	2.798.869
2007	2.788.652	13.823	1.202	-	-	-	2.803.677
2008	2.788.652	23.439	-	-	-	-	2.812.091
2009	2.802.475	19.833	601	601	-	-	2.823.510
2010	2.795.263	31.252	4.808	-	-	-	2.831.323
2011	2.807.884	23.439	1.803	-	-	-	2.833.126
2012	2.807.283	21.636	1.803	-	-	-	2.830.722
2013	2.791.657	25.242	3.606	-	-	-	2.820.505
2014	2.770.622	34.257	4.207	-	-	-	2.809.086
2015	2.788.051	40.267	1.202	-	-	-	2.829.520
2016	2.791.657	92.554	4.207	-	-	-	2.888.418
2017	2.859.570	58.898	1.202	601	-	-	2.920.272
2018	2.895.630	61.903	7.212	601	-	-	2.965.347
2019	2.940.105	55.292	3.005	-	-	-	2.998.402
2020	2.982.175	72.120	3.005	601	-	-	3.057.901

4.6.4.3 Plan de mejora

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 4.30. Plan de mejora – Categoría 3B3 Pastizales

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3B3 Pastizales	<p>El país cuenta con un método avanzado para la generación de datos de actividad acorde con la aproximación 2 de las directrices del IPCC 2006.</p> <p>La estimación de emisiones de esta categoría se encuentra consolidada en una base de datos exhaustiva, completa y transparente.</p> <p>Para los usos de tierras de Pastizales, Honduras cuenta con información nivel 2 en la mayoría de los factores de emisión. Algunos de los factores usados de nivel 2 cuentan con incertidumbre superiores al 100%</p>	<p>Asegurar la comparabilidad y consistencia de la serie temporal, aplicando el método para generación de datos de actividad en futuros informes.</p> <p>Para mejorar la transparencia, incluir una guía paso a paso para la revisión de la base de datos que consolida la estimación de emisiones del sector UTCUTS.</p> <p>Para mejorar la precisión, mejorar la incertidumbre de factores nivel 2 (&lt; 100%), realizar muestreos de las siguientes subcategorías de uso Pastizales:</p> <p><b>Contenidos de carbono de la biomasa aérea:</b></p> <p>Pastizales Vegetación herbácea y arbustiva</p> <p>Adicionalmente, Incrementar el nivel (pasar de 1 a 2), de las siguientes subcategorías de uso de Pastizales:</p> <p><b>Crecimiento en Contenidos de carbono de la biomasa aérea:</b></p> <p>Pastizal y vegetación herbácea y arbustiva en tierras que permanecen.</p>	Transparencia: x
			Precisión: x
			Exhaustividad:
			Comparabilidad: x
			Consistencia:



## 4.6.5 Humedales- 3B4

### 4.6.5.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se reportaron las emisiones que se dan por la transformación de tierras que se convierten en humedales. En el inventario de GEI se estimaron emisiones netas positivas para esta categoría alcanzando magnitudes de 1.025,94 Gg CO<sub>2</sub> eq (Tabla 4.31), La subcategoría que más aportó en los últimos cinco años, correspondió a 3.B.4.b.i Tierras forestales convertidas en humedales, la cual está asociado al proceso de deforestación.

Tabla 4.31 Categoría 3B4 Humedales - Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría de Humedales, serie 2016-2020

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020
3.B.4.a Humedales que permanecen como tales	-	-	-	-	-
3.B.4.b.i Tierras forestales convertidas en humedales	14,37	14,37	14,37	53,49	758,69
3.B.4.b.ii Tierras de cultivo convertidas en humedales	8,31	8,31	79,57	22,65	143,61
3.B.4.b.iii Pastizales convertidos en humedales	10,23	10,23	33,24	230,01	123,65
3.B.4.b.iv Asentamientos convertidos en humedales	-	-	-	-	-
3.B.4.b.v Otras tierras convertidas en humedales	-	-	-	-	-
<b>Balance</b>	<b>32,92</b>	<b>32,92</b>	<b>127,18</b>	<b>306,14</b>	<b>1.025,94</b>

Como se muestra en la Figura 4.11, entre 2005 a 2020 se observa una tendencia de emisiones creciente para a categoría, aclarando que este comportamiento se encuentra influenciado principalmente por el último año de reporte (2020). Para este año la subcategoría 3.B.4.b.i Tierras forestales convertidas en humedales representó el 74% de las emisiones netas del sector.

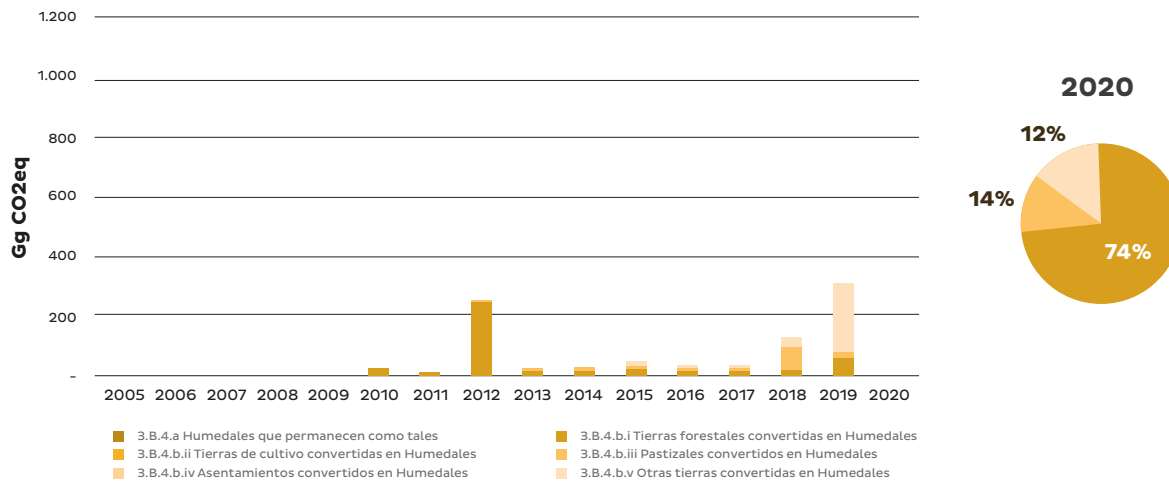


Figura 4.11. Categoría 3B4 Humedales - Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2005-2020



## 4.6.5.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

## 4.4.6.5.2.1 Datos de actividad

Frente a los datos de actividad reportados (Tabla 4.32), se observa un aumento en superficie de la categoría 3.B.4 Humedales (7.813 ha), de las cuales cerca del 31% corresponde al evento de deforestación registrado en 2020, reportado en la subcategoría 3.B.4.b.i Tierras forestales convertidas en humedales (2.404 ha).

Tabla 4.32. Datos de actividad (superficie en ha) de Humedales que permanecen como tales y tierras convertidas en humedales, 2005 – 2020.

Años	3.B.4.a Humedales que permanecen como tales	3.B.4.b.i Tierras forestales convertidas en humedales	3.B.4.b.ii Tierras de cultivo convertidas en humedales	3.B.4.b.iii Pastizales convertidos en humedales	3.B.4.b.iv Asentamientos convertidos en humedales	3.B.4.b.v Otras tierras convertidas en humedales	Total general
2006	387.647	-	-	-	-	-	387.647
2007	387.647	-	-	-	-	-	387.647
2008	387.647	-	-	-	-	-	387.647
2009	387.046	-	-	-	-	-	387.046
2010	386.445	-	-	601	-	-	387.046
2011	387.046	-	-	-	-	-	387.046
2012	386.445	601	-	-	-	-	387.046
2013	386.445	-	-	-	-	601	387.046
2014	386.445	-	-	-	-	-	386.445
2015	386.445	-	601	-	-	-	387.046
2016	387.046	-	-	-	-	-	387.046
2017	386.445	-	-	-	-	-	386.445
2018	385.844	-	601	601	-	-	387.046
2019	387.046	-	-	1.803	-	-	388.849
2020	388.248	3.005	2.404	1.803	-	-	395.460

### 4.6.5.3 Plan de mejora

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 4.33. Plan de mejora – Categoría 3B4 Humedales

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3B4 Humedales	<p>El país cuenta con un método avanzado para la generación de datos de actividad acorde con la aproximación 2 de las directrices del IPCC 2006.</p> <p>La estimación de emisiones de esta categoría se encuentra consolidada en una base de datos exhaustiva, completa y transparente.</p> <p>Para los usos de tierras de Humedales, Honduras cuenta con información nivel 2 en la subcategoría humedales con vegetación, sin embargo, los factores usados de nivel 2 cuentan con incertidumbre superiores al 100%</p>	<p>Asegurar la comparabilidad y consistencia de la serie temporal, aplicando el método para generación de datos de actividad en futuros informes.</p> <p>Para mejorar la transparencia, Incluir una guía paso a paso para la revisión de la base de datos que consolida la estimación de emisiones del sector UTCUTS.</p> <p>Para mejorar la precisión, mejorar la incertidumbre de factores nivel 2 (&lt; 100%), realizar muestreos de las siguientes subcategorías de uso Humedales:</p> <p><b>Todos los depósitos:</b></p> <p>Humedales con vegetación</p> <p>Adicionalmente, para incrementar la exhaustividad se recomienda aplicar el apéndice 2 y apéndice 3 (nivel 1) de las Directrices del IPCC 2006 (si aplica).</p>	Transparencia: x
			Precisión: x
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad: x
			Consistencia: X

## 4.6.6 Asentamientos - 3B5

### 4.6.6.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se reportan las emisiones que se dan por la transformación de tierras en asentamientos. Emisiones y/o absorciones en Asentamiento que permanecen no se estimaron. La Tabla 4.34, muestra que durante el periodo 2016 – 2020 la categoría presentó un balance neto positivo, alcanzando la mayor emisión reportada en 2018 (955,96 Gg CO<sub>2</sub> eq). Las subcategorías que más inciden en este comportamiento son 3.B.5.b.iii Pastizales convertidos en asentamientos y 3.B.5.b.i Tierras forestales convertidas en asentamientos.

Tabla 4.34. Categoría 3B5 Asentamientos - Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020
3.B.5.a Asentamientos que permanecen como tales	-	-	-	-	-
3.B.5.b.i Tierras forestales convertidas en asentamientos	125,12	249,71	504,5	167,13	357,35
3.B.5.b.ii Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	89,52	78,56	97,83	86,87	106,15
3.B.5.b.iii Pastizales convertidos en asentamientos	284,59	327,28	353,62	385,07	379,56
3.B.5.b.iv Humedales convertidos en asentamientos	-	-	-	-	-
3.B.5.b.v Otras tierras convertidas en asentamientos	-	-	-	-	-
<b>Balance</b>	<b>499,23</b>	<b>655,54</b>	<b>955,96</b>	<b>639,07</b>	<b>843,05</b>

A partir del año 2005 se observa un incremento general de emisiones de GEI. 2018 y 2020 representaron las mayores emisiones de la categoría, alcanzando cifras de 955,96 y 843,05 Gg CO<sub>2</sub> eq respectivamente. Para 2020 3.B.5.b.iii Pastizales convertidos en asentamientos representó un 45% y 3.B.5.b.i Tierras forestales convertidas en asentamientos el 42% de las emisiones de GEI netas. El 13% restante se debe a la transformación de cultivos que son convertidos en asentamientos.

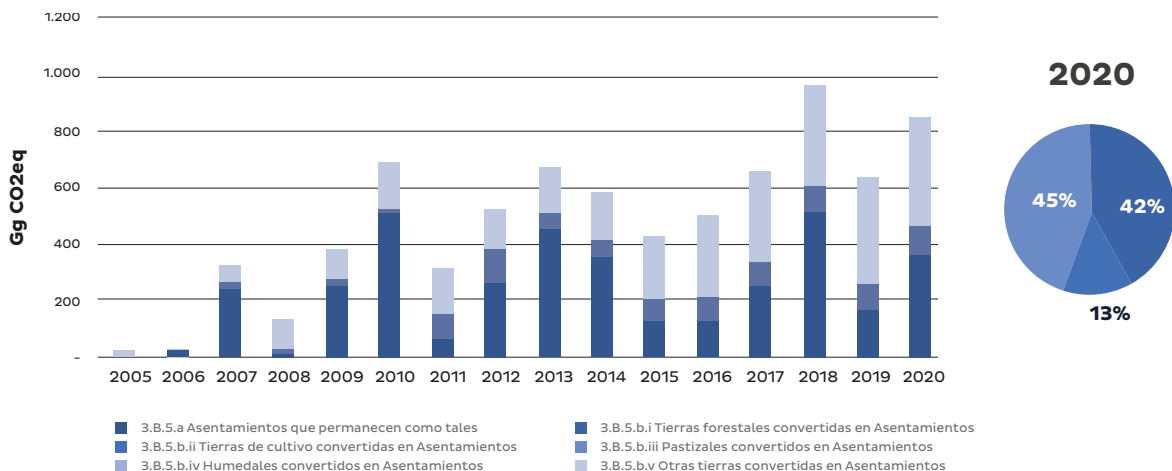


Figura 4.12. Categoría 3B5 Asentamientos - Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2005-2020

#### 4.6.6.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.6.6.2.1 Datos de actividad

En la Tabla 4.35 se observa un incremento de las superficies de esta categoría, pasando de 126.211 ha en 2005 a 162.827 ha en 2020. De manera general se observa una mayor conversión de superficies de 3.B.5.b.iii Pastizales convertidos en asentamientos en comparación con la subcategoría 3.B.5.b.i Tierras forestales convertidas en asentamientos, no obstante, la proporción de emisiones es relativamente similar entre ambas, debido a que los contenidos de carbono de las tierras forestales son mayores.

Tabla 4.35. Categoría 3B5 Asentamientos - Datos de actividad (superficie en ha) de Asentamientos que permanecen como tales y tierras convertidas en asentamientos, 2005 - 2020.

Años	3.B.5.a Asentamientos que permanecen como tales	3.B.5.b.i Tierras forestales convertidas en asentamientos	3.B.5.b.ii Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	3.B.5.b.iii Pastizales convertidos en asentamientos	3.B.5.b.iv Humedales convertidos en asentamientos	3.B.5.b.v Otras tierras convertidas en asentamientos	Total general
2006	125.610	-	601	-	-	-	126.211
2007	126.211	601	601	1.202	-	-	128.615
2008	128.615	-	-	1.803	-	-	130.418
2009	130.418	601	-	1.202	-	-	132.221
2010	132.221	1.803	-	1.803	-	-	135.827
2011	135.827	-	601	1.202	-	-	137.630
2012	137.630	1.803	1.202	-	-	-	140.635
2013	140.635	1.202	-	601	-	-	142.438
2014	142.438	601	601	1.202	-	-	144.842
2015	144.842	-	601	1.202	-	-	146.645
2016	146.645	-	601	2.404	-	-	149.650
2017	149.650	601	-	1.803	-	-	152.054
2018	152.054	1.803	601	3.005	-	-	157.463
2019	157.463	-	-	1.803	-	-	159.266
2020	159.266	1.803	601	1.202	-	-	162.872

4.6.6.3 Plan de mejora

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 4.36. Plan de mejora – Categoría 3B5 Asentamientos

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3B5 Asentamiento	<p>El país cuenta con un método avanzado para la generación de datos de actividad acorde con la aproximación 2 de las directrices del IPCC 2006.</p> <p>La estimación de emisiones de esta categoría se encuentra consolidada en una base de datos exhaustiva, completa y transparente.</p> <p>Actualmente el país incorpora el nivel 1 para las permanencias de esta categoría.</p>	<p>Asegurar la comparabilidad y consistencia de la serie temporal, aplicando el método para generación de datos de actividad en futuros informes.</p> <p>Para mejorar la transparencia, Incluir una guía paso a paso para la revisión de la base de datos que consolida la estimación de emisiones del sector UTCUTS.</p> <p>Para incrementar la exhaustividad se recomienda avanzar en la aplicación del nivel 2a o 2b (cambios en la biomasa de Asentamientos que permanecen como tales) del Capítulo 6, Volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006.</p>	Transparencia: x
			Precisión:
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad: x
			Consistencia: X

4.6.7 Otras tierras - 3B6

4.6.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Para esta categoría no se evidenciaron cambios en la superficie de la tierra que pudieran incidir en un potencial reporte de emisiones.

4.6.7.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

4.6.7.2.1 Datos de actividad

En la Tabla 4.37 se observan superficies constantes de otras tierras y no se identifican cambios de otras categorías de uso a esta categoría. Se observa una reducción de 1.202 ha en el año 2013, consistente con las superficies de cambio reportadas en las categorías 3.B.1 Tierras Forestales y 3.B.4 Humedales para ese mismo año.

Tabla 4.37. Categoría 3B6 Otras tierras - Datos de actividad (superficie en ha) de otras tierras que permanecen como tales y tierras convertidas en otras tierras, 2005 - 2020.

Años	3.B.6.a Otras tierras que permane cen como tales	3.B.6.b.i Tierras forestal es conver tidas en otras tierras	3.B.6.b.ii Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	3.B.6.b.iii Pastizales convertidos en otras tierras	3.B.6.b.iv Humedales convertidos en otras tierras	3.B.6.b.v Asentamientos convertidos en otras tierras	Total gene ral
2006	6.010	-	-	-	-	-	6.010
2007	6.010	-	-	-	-	-	6.010
2008	6.010	-	-	-	-	-	6.010
2009	6.010	-	-	-	-	-	6.010
2010	6.010	-	-	-	-	-	6.010
2011	6.010	-	-	-	-	-	6.010
2012	6.010	-	-	-	-	-	6.010
2013	4.808	-	-	-	-	-	4.808
2014	4.808	-	-	-	-	-	4.808
2015	4.808	-	-	-	-	-	4.808
2016	4.808	-	-	-	-	-	4.808
2017	4.808	-	-	-	-	-	4.808
2018	4.808	-	-	-	-	-	4.808
2019	4.808	-	-	-	-	-	4.808
2020	4.808	-	-	-	-	-	4.808



#### 4.6.7.3 Plan de mejora

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 4.38. Plan de mejora – Categoría 3B6 Otras tierras –

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3B6 Otras tierras	<p>El país cuenta con un método avanzado para la generación de datos de actividad acorde con la aproximación 2 de las directrices del IPCC 2006.</p> <p>La estimación de emisiones de esta categoría se encuentra consolidada en una base de datos exhaustiva, completa y transparente.</p> <p>Actualmente el país no reporta cambios hacia esta categoría de uso de la tierra.</p>	<p>Asegurar la comparabilidad y consistencia de la serie temporal, aplicando el método para generación de datos de actividad en futuros informes.</p> <p>Para mejorar la transparencia, Incluir una guía paso a paso para la revisión de la base de datos que consolida la estimación de emisiones del sector UTCUTS.</p> <p>Se debe realizar una “justificación” demostrativa que permita evaluar la no ocurrencia de conversiones a esta categoría de forma transparente al deberse a un “fenómeno poco común”.</p>	<p>Transparencia: x</p> <p>Precisión:</p> <p>Exhaustividad:</p> <p>Comparabilidad: x</p> <p>Consistencia:</p>

## 4.7 Fuentes agregadas y emisiones de no CO2 provenientes de la tierra – categoría 3C

### 4.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Cuantifica todas las emisiones de GEI no-CO2 de coberturas gestionadas, quema de biomasa, emisiones de CO2 procedentes de la aplicación de cal y urea en suelos agrícolas, emisiones directas e indirectas de N2O producidas por agregados antropogénicos al suelo, emisiones indirectas de los sistemas de gestión del estiércol y CH4 procedente del cultivo de arroz.

Para efectos de este inventario, se cuantifican las categorías 3C1 – Emisiones de GHG por quemado de biomasa, 3C2 – Encalado, 3C3 – Aplicación de urea, 3C4 – Emisiones directas de N2O de suelos gestionados, 3C5 – Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados, 3C6 – Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol y 3C7 – Cultivo de arroz.

En la Tabla 4.39 se observan las emisiones de la categoría 3C Fuentes agregadas y emisiones de no CO2 provenientes de la tierra, desagregada por subcategoría para los años actualizados (2016–2020). En el año 2020 se estiman 2.252,2 Gg de CO2 eq, que corresponde al 41,1% del total de las

emisiones del sector AFOLU y al 42,5% del sector de la Agricultura. Respecto al año 2005 en donde se cuantifican 1.671,5 Gg de CO<sub>2</sub> eq, la categoría presenta un crecimiento de 34,7%, equivalente al incremento de 580,7 Gg de CO<sub>2</sub> eq.

Tabla 4.39. Sector 3C Fuentes agregadas y emisiones de no CO<sub>2</sub> provenientes de la tierra: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>3C</b>	<b>Fuentes agregadas y emisiones de no CO<sub>2</sub> provenientes de la tierra</b>	<b>1.550,4</b>	<b>1.751,7</b>	<b>2.038,8</b>	<b>1.720,8</b>	<b>2.252,2</b>
3C1	Emisiones de GHG por quemado de biomasa	138,0	73,9	288,3	262,4	419,7
3C2	Encalado	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4
3C3	Aplicación de urea	58,4	62,7	65,4	49,2	69,9
3C4	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	1.041,5	1.243,7	1.297,9	1.090,0	1.353,8
3C5	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	264,4	329,1	345,2	277,0	362,3
3C6	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol	15,6	15,4	15,5	15,6	15,6
3C7	Cultivo de arroz	29,0	23,3	22,6	22,5	26,5

La Figura 4.13 muestra las emisiones en las categorías que componen a 3C Fuentes agregadas y emisiones no CO<sub>2</sub> provenientes de la tierra, para la serie histórica 2005-2020. Los resultados registran una tendencia creciente con valores totales que fluctúan entre 1.354,5 y 2.252,2 Gg de CO<sub>2</sub> eq, datos que obedecen a los años 2015 y 2020 respectivamente. Las mayores emisiones se muestran en la categoría 3C4 - Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados, con un promedio histórico de 1.163,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq.

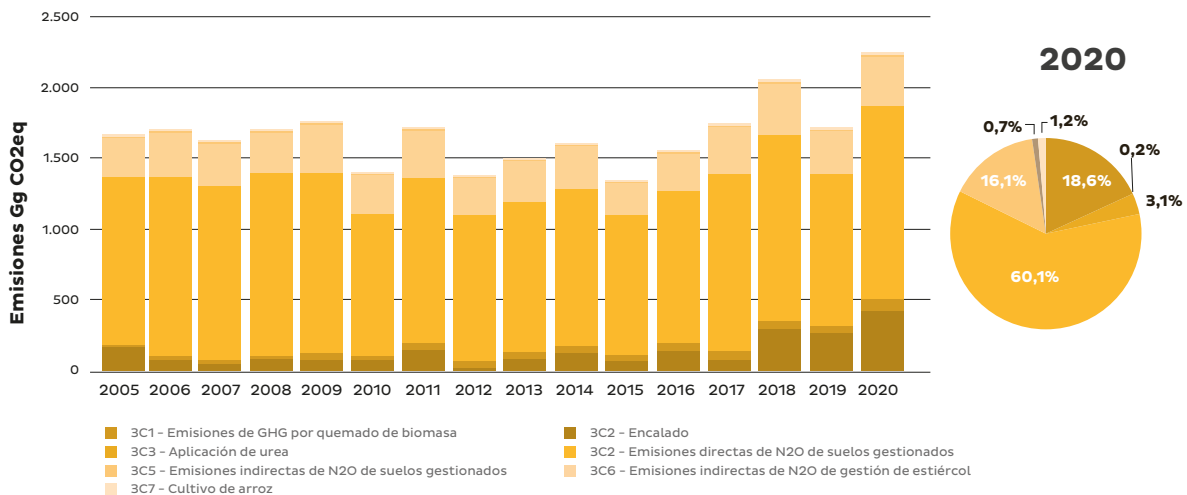


Figura 4.13. Sector 3C Fuentes agregadas y emisiones de no CO<sub>2</sub> provenientes de la tierra: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2005-2020





## 4.7.2 Emisiones por quemado de biomasa – 3C1

### 4.7.2.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Estima las emisiones producidas por incendios incluyendo gases como CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (NO<sub>x</sub>) en tres tipos de uso de la tierra: 3C1a Tierras forestales, 3C1b Tierras de cultivo y 3C1c Pastizales. La categoría 3C1 - Emisiones por quemado de biomasa contribuye con el 2,65% del total de las emisiones en el sector de la Agricultura, con un promedio anual de 134,9 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Como se observa en la Tabla 4.40, en el año 2020 cuantificó 419,7 Gg de CO<sub>2</sub> eq, mostrando un incremento de 150,2% respecto a las emisiones observadas en el año 2005 (167,7 Gg de CO<sub>2</sub> eq).

Tabla 4.40. Categoría 3C1 Emisiones por quemado de biomasa: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>3C1</b>	<b>Emisiones de GHG por quemado de biomasa</b>	<b>138,0</b>	<b>73,9</b>	<b>288,3</b>	<b>262,4</b>	<b>419,7</b>
3C1a	Emisiones del quemado de biomasa en tierras forestales	123,7	69,0	263,2	242,6	392,7
3C1b	Emisiones del quemado de biomasa en tierras de cultivo	0,8	-	0,5	1,0	1,1
3C1c	Emisiones del quemado de biomasa en pastizales	13,5	4,9	24,5	18,8	25,8

En la Figura 4.14, se presenta la tendencia de las emisiones donde hay un comportamiento errático en el transcurso de la serie temporal, sin embargo, las emisiones incrementan substancialmente en los últimos años (2018, 2019 y 2020), cuantificando 288,2, 262,4 y 419,6 Gg de CO<sub>2</sub> eq respectivamente. Los resultados evidencian que la subcategoría 3C1b Emisiones del quemado de biomasa en tierras forestales contribuye en la mayor parte de las emisiones (93,6%), alcanzando un pico importante en el año 2020 (392,6 Gg de CO<sub>2</sub> eq), con un incremento de 177% respecto al primer año del periodo analizado (2005). Estos hallazgos están vinculados a un mayor reporte de áreas incendiadas en la cobertura de tierras forestales.

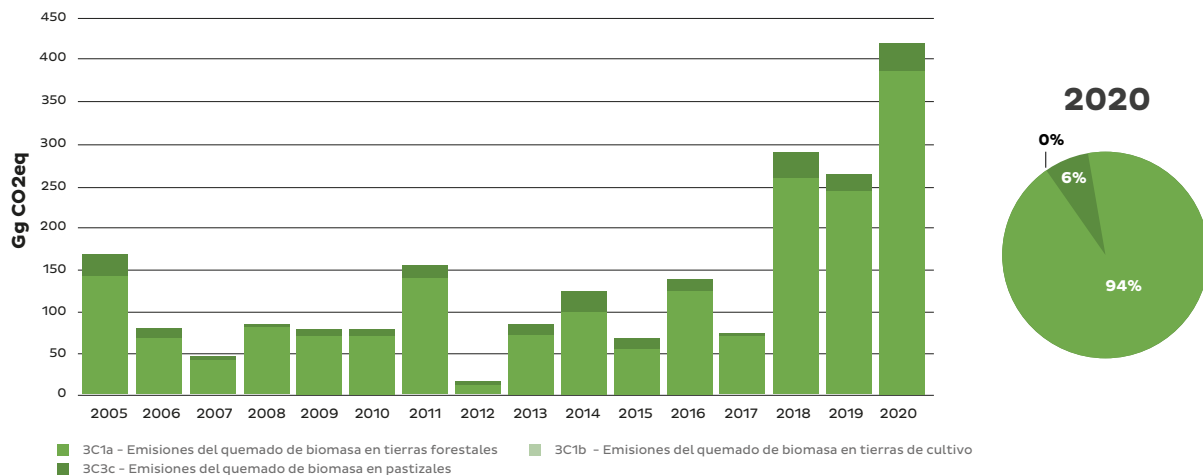


Figura 4.14. Categoría 3C1 Emisiones por quemado de biomasa: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2005-2020



#### 4.7.2.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.7.2.2.1 Ecuaciones empleadas en las estimaciones

Ecuación 4-13. Estimación de emisiones de GEI a causa del fuego

$$L_{fuego} = \{A * M_B * C_f + G_{ef} * 10^{-3}\}$$

Fuente: Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Dónde:

- $L_{fuego}$  = cantidad de emisiones GEI provocada por el fuego. ton de cada GEI año-1
- $M_B$  = masa de combustible disponible para la combustión, t ha-1
- $A$  = superficie quemada. ha.
- $C_f$  = factor de combustión, sin dimensión (valores por defecto del cuadro 2.6 de las Directrices del IPCC de 2006, capítulo 2)
- $G_{ef}$  = factor de emisión, g kg-1 de materia seca quemada. (valores por defecto del cuadro 2.5 de las Directrices de IPCC de 2006, capítulo 2)

##### 4.7.2.2.2 Datos de actividad

En la Tabla 4.41 puede observar los datos de actividad de la categoría 3C1 Emisiones por quemado de biomasa. Los datos de actividad de la subcategoría 3C1a Emisiones del quemado de biomasa en tierras forestales, son consistentes con las superficies de incendios reportadas en la Tabla 4.23

Tabla 4.41. Categoría 3C1 Emisiones por quemado de biomasa: Datos de actividad por quemado de biomasa.

Año	Superficie en incendios (ha)		
	Tierras de Cultivos	Tierras Forestales	Pastizales
2005	601	69.716	16.227
2006	601	34.858	6.611
2007		21.035	6.611
2008		39.666	4.808
2009		34.858	7.813
2010	601	37.262	6.611
2011		70.317	9.616
2012		6.611	3.005
2013		39.065	11.419
2014	1.803	54.691	16.828
2015	601	30.651	8.414
2016	1.202	63.706	11.419
2017		35.459	3.606
2018	1.803	139.433	18.030
2019	1.202	131.620	16.227
2020	601	207.947	24.641



#### 4.7.2.2.3 Factores de emisión

En las Tabla 4.15 y Tabla 4.16 se pueden observar las fuentes de información y los respectivos valores de los factores de emisión, usados en la estimación de GEI de la categoría 3C1 Emisiones por quemado de biomasa. Lo anterior, se debe a que el método usado de colecta de datos de actividad corresponde al descrito en la sección 4.6.1.5 para el sector 3B1 – Tierras.

#### 4.7.2.3 Plan de mejora

Las emisiones estimadas en esta categoría deben seguir un plan de mejora continua que garantice la reducción de la incertidumbre, para ello se proponen las siguientes acciones:

Tabla 4.42. Plan de mejora – 3C1 Emisiones por quemado de biomasa

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3C1 Emisiones por quemado de biomasa.	El país cuenta con un método avanzado para la generación de datos de actividad acorde con la aproximación 2 de las directrices del IPCC 2006.  La estimación de emisiones de esta categoría se encuentra consolidada en una base de datos exhaustiva, completa y transparente.  Actualmente el país reporta emisiones de gases No CO <sub>2</sub> para metano y el óxido nitroso.	Asegurar la comparabilidad y consistencia de la serie temporal, aplicando el método para generación de datos de actividad en futuros informes.  Para mejorar la transparencia, incluir una guía paso a paso para la revisión de la base de datos que consolida la estimación de emisiones del sector UTCUTS.  Para mejorar la exhaustividad se recomienda estimar adicionalmente las emisiones de los gases No CO <sub>2</sub> diferentes a metano y el óxido nitroso, para los cuales se presentan valores por defecto en la Directrices del IPCC 2006.	Transparencia: x
			Precisión:
			Exhaustividad:
			Comparabilidad: x
			Consistencia:

#### 4.7.3 Encalado – 3C2

##### 4.7.3.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Estima las emisiones de CO<sub>2</sub> por agregado de carbonatos a los suelos en forma de cal (p. ej., piedra caliza cálcica (CaCO<sub>3</sub>) o dolomita (CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) en suelos agrícolas. El encalado es utilizado para reducir la acidez en los suelos y mejorar la producción de los cultivos. La piedra caliza o cal dolomita en presencia de humedad genera bicarbonato y por ende emisiones de CO<sub>2</sub> (Klein et al., 2006).

La categoría 3C2 – Encalado aporta las menores emisiones del total del sector de la Agricultura (0,05%), con un promedio anual de 2,48 Gg de CO<sub>2</sub> eq. En la Tabla 4.43 se registran los resultados de emisiones para la serie de tiempo 2016–2020, en la cual se indica que para el año 2020 se estiman 4,45 Gg de CO<sub>2</sub> eq, mostrando un incremento de 336% respecto a las emisiones observadas en el año 2006 (1,02 Gg de CO<sub>2</sub> eq).

Tabla 4.43. Categoría 3C2 Encalado: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
3C2	Encalado	3,42	3,68	3,93	4,19	4,45

En la Figura 4.15, se aprecia la tendencia de las emisiones, representando dos periodos marcados, el primero con un comportamiento fluctuante (2006-2015), en donde 2015 registra un pico importante de emisiones (5,83 Gg de CO<sub>2</sub> eq). El segundo periodo 2016-2020 muestra una tendencia creciente producto del cambio de metodología para el establecimiento de datos de actividad (proyecciones basadas en histórico).

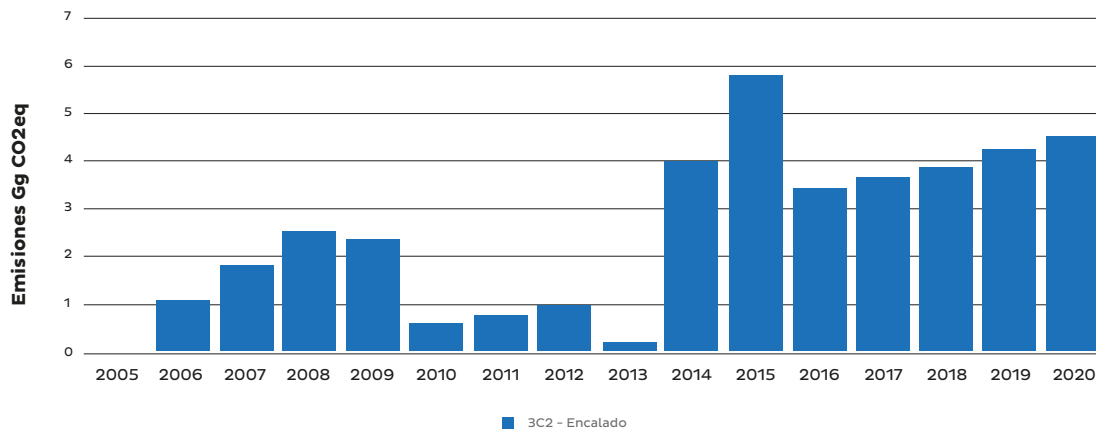


Figura 4.15. Categoría 3C2 Encalado: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2005-2020

#### 4.7.3.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.7.3.2.1 Ecuaciones empleadas en las estimaciones

Las estimaciones se realizan bajo metodología Nivel 1 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Ecuación 4-14. Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por aplicación de cal

$$Emisión_{CO_2-c} = (M_{caliza} * EF_{caliza}) + (M_{dolomita} * EF_{dolomita})$$

Fuente: Ecuación 11.12, capítulo 11, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006



Donde:

- Emisión de CO<sub>2</sub>-C = emisiones anuales de C por aplicación de cal, ton C año<sup>-1</sup>
- M = cantidad anual de piedra caliza cálcica (CaCO<sub>3</sub>) o dolomita (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), ton año<sup>-1</sup>
- FE = factor de emisión, ton de C (ton de piedra caliza o dolomita) <sup>-1</sup>

#### 4.7.3.2.2 Datos de actividad

La Tabla 4.44 detalla los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría 3C2 Encalado con su respectiva fuente de información.

Tabla 4.44. Categoría 3C2 Encalado: Datos de actividad

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3C2 Encalado	Toneladas de cal dolomita y caliza aplicada	2005 - 2015	Primer IBA 2019	Se realizaron proyecciones para determinar la curva de mejor ajuste a partir de información histórica 2000-2015
		2016 - 2020	Proyección, curva de mejor ajuste a partir de datos históricos (2005-2015)	

#### 4.7.3.2.3 Factores de emisión aplicados en la categoría

En la Tabla 4.45 se exponen los valores de factores de emisión y la fuente de información empleada.

Tabla 4.45 Categoría 3C2 Encalado: Factores de emisión empleados en el cálculo

Categorías incluidas en el inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emission	Valor empleado
3C2 Encalado	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 - Volumen 4, Capítulo 11	0,12 t.C piedra caliza 0,13 t.C cal dolomita

#### 4.7.3.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para garantizar la consistencia de la serie temporal en esta categoría, los datos de actividad han sido generados por medio de ajuste de curvas a partir de regresiones lineales y no lineales. Como base histórica se emplearon los datos de piedra caliza y cal dolomita del registro anual de fertilizantes de SAG-SENASA los cuales fueron suministrados por el Primer IBA 2019.

#### 4.7.3.4 Plan de mejora

Las emisiones estimadas en esta categoría deben seguir un plan de mejora continua que garantice la reducción de la incertidumbre, para ello se proponen las siguientes acciones:

Tabla 4.46. Plan de mejora – Categoría 3C2 Encalado

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3C2 Encalado	<p>Los datos de actividad se generaron a partir de información histórica (2005-2015) del registro anual de fertilizantes, ya que no se contó con la actualización de dicho registro para la serie 2016-2020.</p> <p>Se requiere exactitud que permita saber cuánto de lo reportado en los registros se está aplicando en suelos agrícolas.</p>	<p>Diseñar estrategias que permitan recabar información histórica en campo, de las dosis de cal aplicada en los diferentes cultivos. Una buena estrategia puede ser mediante consulta de expertos en diferentes regiones del país y en diferentes cadenas productivas agrícolas. Los juicios de expertos deben ir acompañados de un protocolo o metodología que evalúe el nivel de competencia de los expertos consultados.</p> <p>Fortalecer la comunicación interinstitucional para lograr acceder a los datos de manera oportuna.</p>	Transparencia: X Precisión: X Exhaustividad: X Comparabilidad: Consistencia: X

#### 4.7.4 Aplicación de urea – 3C3

##### 4.7.4.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Cuantifica las emisiones de CO<sub>2</sub> por el agregado de urea a los suelos durante la fertilización. La aplicación de este insumo conduce a una pérdida de CO<sub>2</sub> de manera similar a la reacción del suelo cuando se agrega cal. (Klein et al., 2006).

La categoría 3C3 – Aplicación de urea aporta el 0,87% del total del sector de la Agricultura, con un promedio anual de 44,5 Gg de CO<sub>2</sub> eq. En la Tabla 4.47 se especifican los resultados de emisiones para la serie de tiempo 2016-2020, los valores para el año 2020 se estiman en 69,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq, mostrando un incremento de 280% respecto a las emisiones observadas en el año 2005 (18,3 Gg de CO<sub>2</sub> eq).

 Tabla 4.47. Categoría 3C3 Aplicación de urea: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
3C	Aplicación de urea	58,4	62,6	65,3	49,1	69,8

La tendencia de la categoría refleja un comportamiento lineal ascendente a través del tiempo, con emisiones que oscilan entre 18,3 y 69,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq en los años 2005 y 2020 respectivamente. Estos valores se atribuyen al incremento de las toneladas de urea importada, en donde se tiene como supuesto que el 50% de estas importaciones se emplean como fuente de nitrógeno para la nutrición de cultivos agrícolas.



## 4

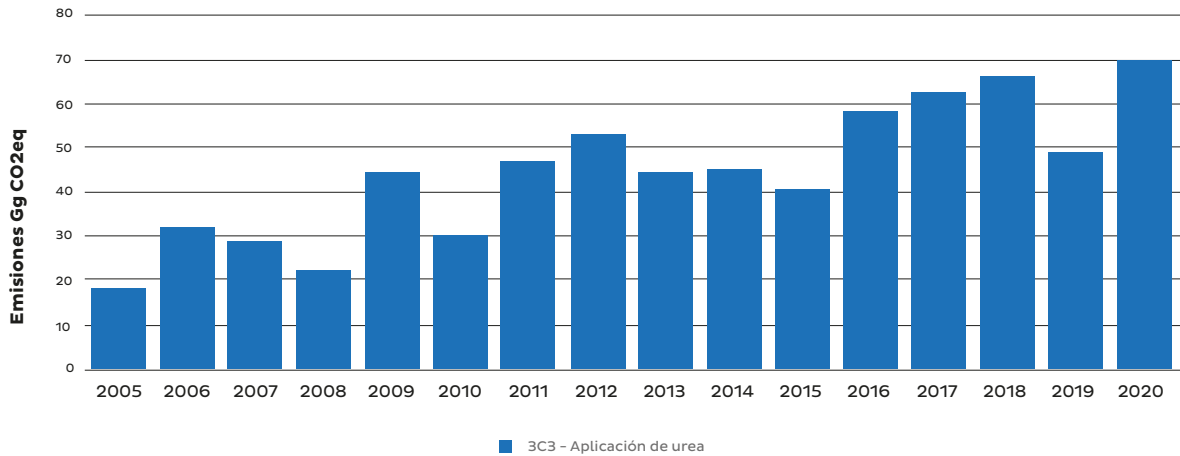
Módulo de agricultura, silvicultura  
y otros usos de la tierra

Figura 4.16. Sector AFOLU – 3C3 – Aplicación de urea: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2005–2020

#### 4.7.4.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.7.4.2.1 Ecuaciones empleadas en las estimaciones

Las estimaciones se realizan bajo metodología Nivel 1 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Ecuación 4-15. Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por aplicación de urea

$$CO_2 - C \text{ Emisión} = M * FE$$

Fuente: Ecuación 11.11, capítulo 11, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- Emisión de CO<sub>2</sub>-C = emisiones anuales de C por aplicación de urea, ton C año<sup>-1</sup>
- M = cantidad anual de fertilización con urea, ton urea año<sup>-1</sup>
- FE = factor de emisión, ton de C (ton de urea)<sup>-1</sup>

##### 4.7.4.2.2 Datos de actividad

En la Tabla 4.48 se detallan los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría 3C3 Aplicación de urea con su respectiva fuente de información.

Tabla 4.48. Categoría 3C3 Aplicación de urea: Datos de actividad

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3C3 Aplicación de Urea	Toneladas de urea aplicada	2005 - 2015	Primer IBA 2019	Se tomó el volumen de importación de urea 2016-2020 del sistema arancelario Centroamericano, específicamente: Urea, incluso en disolución acuosa y Mezclas de urea con nitrato de amonio en disolución acuosa o amoniacal
		2016 - 2020	Sistema de Estadísticas de Comercio de Centroamérica	

#### 4.7.4.2.3 Factores de emisión

En la Tabla 4.49 se detallan los valores de factores de emisión y la fuente de información empleada.

TABLA 4.49. CATEGORÍA 3C3 APLICACIÓN DE UREA: FACTORES DE EMISIÓN EMPLEADOS EN EL CÁLCULO

Categorías incluidas en el Inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
3C3 Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 - Volumen 4, Capítulo 11	0,20 tC

#### 4.7.4.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para garantizar la consistencia de la serie temporal en esta categoría, se tomó el volumen de importación de urea 2016-2020 del Sistema Arancelario Centroamericano, específicamente: Urea, incluso en disolución acuosa y Mezclas de urea con nitrato de amonio en disolución acuosa o amoniacal. Esta información es coherente con el histórico 2000-2015 del Primer IBA 2019.

#### 4.7.4.4 Plan de mejora

Las emisiones estimadas en esta categoría deben seguir un plan de mejora continua que garantice la reducción de la incertidumbre, para ello se proponen las siguientes acciones:



Tabla 4.50. Plan de mejora – Categoría 3C3 Aplicación de urea:

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3C3 Aplicación de Urea	Se usa como supuesto que del total de la urea que es importada, el 50% se utiliza para la fabricación de explosivos. La información de este supuesto y otros usos de la urea debe actualizarse.  No hay claridad si el 50% restante de la urea se aplica en su totalidad al suelo.	Fortalecer la comunicación interinstitucional para actualizar información de supuestos y afinar metodologías que permitan mejorar la generación de los datos de actividad.	Transparencia: X
			Precisión: X
			Exhaustividad:
			Comparabilidad:
			Consistencia: X

## 4.7.5 Emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados – 3C4 – 3C5

### 4.7.5.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Se estiman las emisiones de N<sub>2</sub>O directas las cuales se emiten desde el suelo, e indirectas generadas por lixiviación (lixiviación y el escurrimiento de N principalmente como NO<sub>3</sub> de suelos gestionados), volatilización (volatilización de nitrógeno como NH<sub>3</sub> y óxidos de N (NO<sub>x</sub>), y la deposición de estos gases y de sus productos NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sobre suelos y superficies de los lagos y otras masas de agua), como resultado del agregado de nitrógeno en los sistemas agropecuarios o por cambios que se producen en la tierra y/o su gestión (Klein et al., 2006).

Las fuentes de nitrógeno cuantificadas en el presente inventario se describen a continuación:

- Fertilizantes de nitrógeno sintético (FSN): estima las emisiones por el consumo anual de fertilizante sintético nitrogenado aplicado a los suelos.

- Nitrógeno orgánico aplicado como fertilizante, p. ej., estiércol animal, compost, lodos cloacales, desechos (FON): considera las emisiones de N<sub>2</sub>O proveniente del N del estiércol gestionado disponible para aplicar en los suelos agrícolas, este se refiere a los sistemas de Líquido/Fango y Almacenaje de

sólidos en Porcinos y corral de engorde en Aves.

- Nitrógeno de la orina y el estiércol depositado en las pasturas, praderas y prados por animales de pastoreo (FPRP): estima las emisiones de N<sub>2</sub>O proveniente del N depositado por animales en pastizales. Se considera la fracción de N depositado por cada especie de ganado. La cantidad promedio anual de N excretado por cada especie de ganado se estima teniendo en cuenta la población animal.

Otras categorías que hacen parte de las categorías 3C4-3C5 no fueron estimadas dado que el país no cuenta con información base para incluirlas dentro del presente inventario, estas son: Nitrógeno en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluidos los cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de las pasturas (FCR), Mineralización de nitrógeno relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso de la tierra o en la gestión de suelos minerales (FSOM) y Drenaje/gestión de suelos orgánicos (Histosoles) (FOS).

Las emisiones directas de N<sub>2</sub>O son la segunda fuente de mayor relevancia dentro del sector de la agricultura, con una contribución del 22,8% del total de las emisiones. Cuantifican un

promedio anual de emisiones de 1.163,7 Gg de CO<sub>2</sub> eq incrementando 15,0% desde el año 2005. La máxima emisión se observa en 2020 (1353,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq) y la mínima en 2015 calculadas en 967,1 Gg de CO<sub>2</sub> eq. La Tabla 4.51 señala las emisiones de las subcategorías que comprenden las emisiones directas de N<sub>2</sub>O en el presente inventario.

Tabla 4.51. Categoría 3C4 Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> e) por subcategoría, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
<b>3C4</b>	<b>Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados</b>	<b>1041,5</b>	<b>1243,7</b>	<b>1297,9</b>	<b>1090,0</b>	<b>1353,8</b>
3C4a	Fertilizante sintético (FSN)	295,0	489,2	531,1	317,9	579,1
3C4b	Fertilizante orgánico (FON)	46,7	45,8	45,5	45,2	44,7
3C4c	Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	699,8	708,7	721,3	726,9	729,9

Históricamente la subcategoría 3C4f - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP), ha tenido la mayor contribución de emisiones (67,9%) equivalente a un promedio anual de 790,7 Gg de CO<sub>2</sub> eq, seguido de las emisiones de 3C4a - Fertilizante sintético (FSN), con 27,9% (promedio anual de 325,2 Gg de CO<sub>2</sub> eq). La Figura 4.17 ilustra la tendencia de las emisiones a lo largo de la serie temporal, dominadas principalmente por los aportes de nitrógeno de animales en pastoreo, esta importante participación a la categoría obedece a la población de ganado vacuno empleado como dato de actividad.

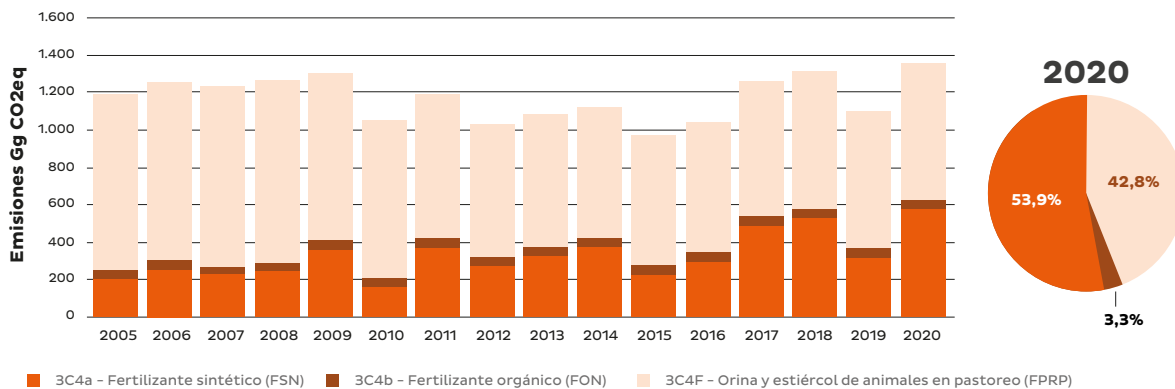


Figura 4.17. Categoría 3C4 Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2005-2020

Por otra parte, la categoría 3C5 - Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (fracciones que se volatilizan y lixivian) aporta el 5,77% del total de las emisiones en el sector de la Agricultura, con un promedio anual de 294,1 Gg de CO<sub>2</sub> eq y 362,3 Gg de CO<sub>2</sub> eq en el año 2020 (Tabla 4.52), incrementando un 28,0% desde 2005.

Tabla 4.52. Categoría 3C5 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
3C5	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	264,4	329,1	345,2	277,0	362,3
3C5a	Volatilización - Fertilizante sintético (FSN)	29,5	48,9	53,1	31,8	57,9
3C5b	Volatilización - Fertilizante orgánico (FON)	9,3	9,2	9,1	9,0	8,9
3C5c	Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	70,0	70,9	72,1	72,7	73,0
3C5d	Lixiviación/escorrimento Fertilizante sintético (FSN)	66,4	110,1	119,5	71,5	130,3
3C5e	Lixiviación/escorrimento Fertilizante orgánico (FON)	10,5	10,3	10,2	10,2	10,1
3C5h	Lixiviación/escorrimento - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	78,7	79,7	81,1	81,8	82,1

Con base en resultados históricos la contribución por subcategoría se distribuye entre 3C5h - Lixiviación/escorrimento - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP), 3C5c - Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP) y 3C5d - Lixiviación/escorrimento Fertilizante sintético (FSN), con una participación de 30,2%, 26,9% y 24,9% respectivamente. Sin embargo, para el año 2020 el mayor aporte de emisiones se registra en la subcategoría 3C5d - Lixiviación/escorrimento Fertilizante sintético (FSN) (36,0%) seguido de 3C5h - Lixiviación/escorrimento - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP) (22,7%). La Figura 4.18 muestra la tendencia de las emisiones a lo largo de la serie dominadas principalmente por los aportes de nitrógeno de las fracciones lixiviadas y volatilizadas de Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP). Esta importante participación a la categoría obedece a la población de ganado vacuno empleado como dato de actividad.

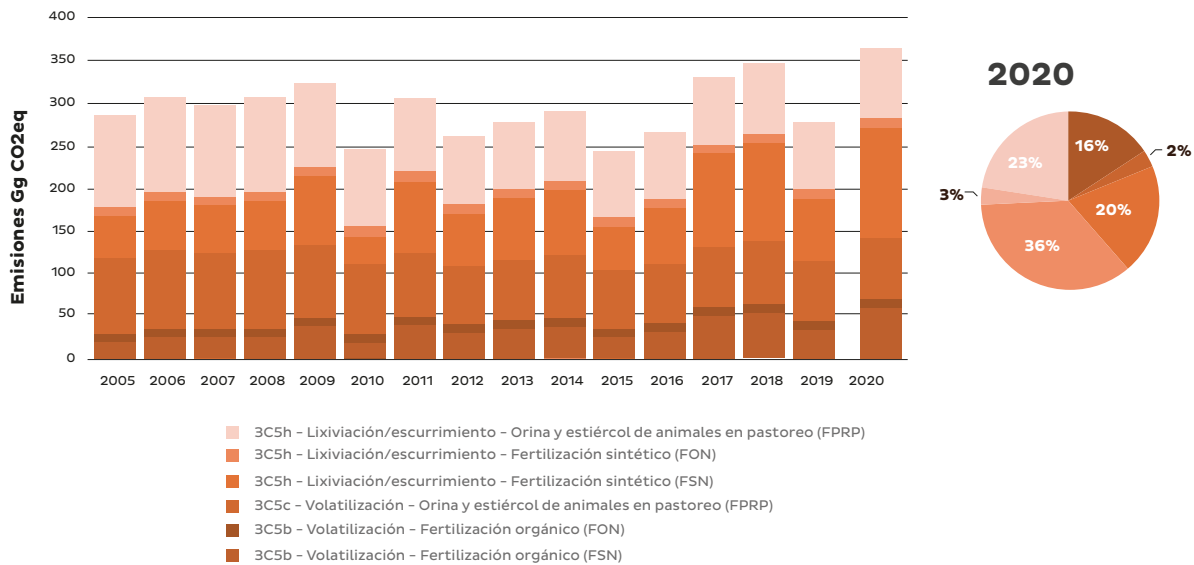


Figura 4.18. Categoría 3C5 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2005-2020



#### 4.7.5.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.7.5.2.1 Ecuaciones empleadas en las estimaciones

Las estimaciones se realizan bajo metodología Nivel 1 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

– 3C4 Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados

Ecuación 4-16. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados

$$N_2O_{Directas} - N_2O - N_N_{aportes} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$$

Fuente: Ecuación 11.1, capítulo 11, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- N<sub>2</sub>O-NN aportes = emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N producidas por aportes de N a suelos gestionados, kg N<sub>2</sub>O-N
- N<sub>2</sub>O-NOS = emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N de suelos orgánicos gestionados, kg N<sub>2</sub>O-N
- N<sub>2</sub>O-NPRP = emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo, kg N<sub>2</sub>O-N.

Ecuación 4-17. Emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N producidas por aportes de N a suelos gestionados

$$N_2O - N_N_{aportes} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) * EF_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})FR * EF_{1FR}]$$

Ecuación 11.1, capítulo 11, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- FSN = cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, kg N
- FON = cantidad anual de de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de N aplicada a los suelos, kg N.
- FCR = cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos, kg N.
- FSOM = cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, kg N<sub>6</sub>.
- EF1 = factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O de aportes de N, kg N<sub>2</sub>O-N (kg aporte de N)<sup>-1</sup>

Ecuación 4-18. Emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo

$$N_2O - N_{PRP} = [(F_{PRP, CPP} * EF_{3PRP, CPP}) + (F_{PRP} * EF_{3PRP, SO})]$$

Ecuación 11.1, capítulo 11, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

6 El subíndice FR se refiere a tierras de arroz inundadas



Donde:

- FPRP = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas<sup>7</sup>, kg N.
- EF3PRP = factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O del N de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, kg N<sub>2</sub>O-N (kg aporte de N)-1
- 3C5 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados

Ecuación 4-19. N<sub>2</sub>O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados

$$N_2O_{(ATD)} - N = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) * Frac_{GASM})] * EF_4$$

Ecuación 11.9, capítulo 11, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- N<sub>2</sub>O ATD-N = cantidad anual de N<sub>2</sub>O-N producida por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados, kg N<sub>2</sub>O-N
- FSN = cantidad anual de N de fertilizante sintético aplicado a los suelos, kg N.
- FracGASF = fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub>, kg N volatilizado (kg de N aplicado)-1.
- FON = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico-aplicada a los suelos, kg N año-1.
- FPRP = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas, kg N año-1.
- FracGASM = fracción de materiales fertilizantes de N orgánico (FON) y de N de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo (FPRP) que se volatiliza como NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub>, kg N volatilizado (kg de N aplicado o depositado)-1.
- EF4 = factor de emisión correspondiente a las emisiones de N<sub>2</sub>O de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [kg N-N<sub>2</sub>O (kg NH<sub>3</sub>-N + NO<sub>x</sub>-N volatilizado)-1].

Ecuación 4-20. Emisiones de N<sub>2</sub>O por lixiviación/escorrimento de N de suelos gestionados en regiones donde se producen estos fenómenos

$$N_2O_{(L)} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) * Frac_{Lixiviación} * EF_5$$

Ecuación 11.10, capítulo 11, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- N<sub>2</sub>OL-N = cantidad anual de N<sub>2</sub>O-N producida por lixiviación y escurrimento de agregados de N a suelos gestionados en regiones donde se producen estos fenómenos, kg N<sub>2</sub>O-N.
- FSN = cantidad anual de N de fertilizantes sintéticos aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, kg N año-1
- FON = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico.
- aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, kg N año-1

<sup>7</sup> Los subíndices CPP y SO se refieren a Vacunos, Aves de corral y Porcinos, y a Ovinos y Otros animales, respectivamente



- FCR = cantidad de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devuelta a los suelos anualmente, kg N.
- FSOM = cantidad anual de N mineralizado en suelos minerales relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, kg N
- FraLixiviación = fracción de todo el N agregado a/mineralizado en suelos gestionados, kg N (kg de agregados de N)-1.
- EF5 = factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O por lixiviación y escurrimiento de N, kg N<sub>2</sub>O-N (kg N por lixiviación y escurrido)-1.

## 4.7.5.2.2 Datos de actividad

En la Tabla 4.53 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados, con su respectiva fuente de información.

Tabla 4.53. Categoría 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados

Categorías incluidas en el inventario Serie 2005-2020	Subcategorías	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios		
			Periodo	Fuente			
3C4-3C5 Emisiones directas e indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	3C4a Fertilizante sintético (FSN)	Kilogramos de nitrógeno año-1	2005 - 2015	Primer IBA 2019 - Sistema de Estadísticas de Comercio de Centroamérica	Toneladas importadas de fertilizantes nitrogenados 2016-2020 del sistema arancelario Centroamericano (SEC), específicamente las categorías de: Sulfato de amonio, abonos minerales o químicos que contengan nitrógeno y fósforo, Sales dobles y mezclas entre sí, de nitrato de calcio y nitrato de amonio, Mezclas de nitrato de amonio, Nitrato de amonio, incluso en disolución acuosa, demás abonos minerales o químicos que contengan nitratos y fosfatos.		
			2016 - 2020	Sistema de Estadísticas de Comercio de Centroamérica			
	3C4b Fertilizante orgánico (FON)	Kilogramos de nitrógeno año-1	2005 - 2015	Primer IBA 2019 Información generada a partir de poblaciones animales		Cantidad anual de estiércol animal aplicado a los suelos a partir de poblaciones animales de porcinos y aves. Detalle de datos en las categorías de 3A1-3A2.	
			2016 - 2020	Información generada a partir de poblaciones animales			
	3C4f Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	Kilogramos de nitrógeno año-1	2005 - 2015	Primer IBA 2019 Información generada a partir de población vacuna			Cantidad anual de estiércol y orina animal depositado en pasturas de bovinos. Detalle de datos en las categorías de 3A1-3A2.
			2016 - 2020	Información generada a partir de población vacuna			

## 4.7.5.2.3 Factores de emisión

En la Tabla 4.54 se detallan los valores de factores de emisión y la fuente de información empleada.

Tabla 4.54. Categoría 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados: Factores de emisión empleados en el cálculo

Categorías incluidas en el Inventario nacional serie 2005 a 2020	Subcategoría	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
3C4-Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	3C4a Fertilizante sintético (FSN)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.1	0,01 kg N <sub>2</sub> O -N (kg N)-1
	3C4b Fertilizante orgánico (FON)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.1	0,01 kg N <sub>2</sub> O -N (kg N) -1
	3C4f Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP) para bovino (leche, no leche y búfalo), aves de corral y cerdos (CPP)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.1	0,02 kg N <sub>2</sub> O -N (kg N) -1
	3C4f Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP) para para ovejas y otros animales (SO)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.1	0,01 kg N <sub>2</sub> O -N (kg N) -1
3C5-Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	3C5a Volatilización - Fertilizante sintético (FSN)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.3	0,01 kg N <sub>2</sub> O -N (kg NH <sub>3</sub> -N + NOX-N volatilizado) -1
	3C5b Volatilización - Fertilizante orgánico (FON)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.3	0,01 kg N <sub>2</sub> O -N (kg NH <sub>3</sub> -N + NOX-N volatilizado) -1
	3C5c Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.3	0,01 kg N <sub>2</sub> O -N (kg NH <sub>3</sub> -N + NOX-N volatilizado) -1
	3C5d Lixiviación/escorrimento Fertilizante sintético (FSN)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.3	0,0075 kg N <sub>2</sub> O -N (kg N lixiviación/escorrimento) -1
	3C5e Lixiviación/escorrimento Fertilizante orgánico (FON)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.3	0,0075 kg N <sub>2</sub> O -N (kg N lixiviación/escorrimento) -1
	3.C.5.h Lixiviación/escorrimento - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP)	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.3	0,0075 kg N <sub>2</sub> O -N (kg N lixiviación/escorrimento) -1

### 4.7.5.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para garantizar la consistencia de la serie temporal en esta categoría, se tomó el volumen de importación de fertilizantes nitrogenados 2016–2020 del Sistema Arancelario Centroamericano (SEC), específicamente: Sulfato de amonio, abonos minerales o químicos que contengan nitrógeno y fósforo, Sales dobles y mezclas entre sí, de nitrato de calcio y nitrato de amonio, Mezclas de nitrato de amonio, Nitrato de amonio, incluso en disolución acuosa, demás abonos minerales o químicos que contengan nitratos y fosfatos. Esta información es coherente con el histórico publicado en el anterior inventario 2000–2015. Adicionalmente los datos de actividad de fertilizantes orgánicos y nitrógeno depositado en pasturas son acordes a las poblaciones animales empleadas en la categoría 3A1, 3A2 y 3C6.

### 4.7.5.4 Plan de mejora

Las emisiones estimadas en esta categoría deben seguir un plan de mejora continua que garantice la reducción de la incertidumbre, para ello se proponen las siguientes acciones:

Tabla 4.55. Plan de mejora – 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
3C4-3C5 Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	La información de fertilizantes nitrogenados extraída del Sistema de Estadísticas de Comercio de Centroamérica, suministra el nombre comercial de los insumos, sin embargo, no se cuenta con la proporción de N contenida en cada fertilizante, por ende, se tiene como supuesto que el 100% del fertilizante aplicado es nitrógeno.	Se debe emplear información oficial que detalle el contenido de nitrógeno en cada fertilizante o en su defecto utilizar en toda la serie temporal datos de FAOSTAT. Adicionalmente pueden establecerse sistemas de información o metodologías para hallar el nitrógeno aplicado en campo, a través de mesas de trabajo con ministerio de agricultura, gremios agrícolas, expertos y academia.	Transparencia: X
	Los cálculos de orina y estiércol de animales en pastoreo incluyen únicamente al ganado vacuno (ganado lechero y otros vacunos).	Es importante incluir todas las especies que se encuentran en pasturas, para ello se debe incorporar todas las poblaciones animales que se encuentren en este tipo de sistemas.	Precisión: X
	Las estimaciones consideran el nitrógeno que se produce en los diferentes sistemas de gestión del estiércol, de la categoría 3A2. Aún existen vacíos de información asociados a las características de estos sistemas.	Perfeccionar los sistemas de gestión del estiércol que reflejen las particularidades del país para a su vez afinar las tasas de excreción de las diferentes especies. Esto puede lograrse a través de la caracterización de los sistemas de gestión de estiércol, consulta de expertos y mesas de trabajo con gremios agropecuarios, entre otros.	Exhaustividad: X
	Todas las subcategorías se encuentran bajo metodología Nivel 1	Evaluar fuentes bibliográficas que describan los factores de emisión generados por fuentes nitrogenadas sintéticas y orgánicas (directas e indirectas) y nitrógeno depositado en pasturas de diferentes especies pecuarias.	Comparabilidad:
	Los cálculos incluyen únicamente las subcategorías: 3C4a - Fertilizante sintético (FSN), 3C4b - Fertilizante orgánico (FON), 3C4f - Orina y estiércol de animales en pastoreo (FPRP) y sus correspondientes emisiones indirectas (3C5)	Para cumplir con el criterio de exhaustividad, es fundamental que el país enfoque sus esfuerzos en generar información que permitan incorporar en el inventario las subcategorías faltantes: 3C4c - Residuos de cultivo incluidos los fijadores de nitrógeno y de forraje en la renovación de pasturas, 3C4d - Mineralización por cambio en el uso o manejo (FSOM), 3C4e - Gestión de suelos histosoles (FOS) y sus correspondientes emisiones indirectas.	Consistencia: X





#### 4.7.6 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de gestión de estiércol –3C6

##### 4.7.6.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En la categoría 3C6 se reportan las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O, las cuales son asociadas a las pérdidas de nitrógeno por volatilización en forma de amoníaco y NO<sub>x</sub> durante la recolección y el almacenamiento del estiércol. Adicionalmente en esta categoría se incluyen las pérdidas por escurrimiento y lixiviación de N en los suelos de almacenamiento de sólidos de estiércol al aire libre y en corrales de engorde (IPCC, 2006). Las emisiones de esta categoría en el presente inventario corresponden a las generadas en los sistemas de Líquido/Fango y Almacenaje de sólidos en sistemas porcícolas.

La categoría 3C6 - Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de gestión de estiércol aporta el 0,31% del total del sector Agricultura, con un promedio anual de 15,9 Gg de CO<sub>2</sub> eq. En la Tabla 4.56 se registran los resultados de emisiones para la serie de tiempo 2016–2020, los valores para el año 2020 se estiman en 15,6 Gg de CO<sub>2</sub> eq, mostrando un incremento de 1,0% respecto a las emisiones observadas en el año 2005 (15,4 Gg de CO<sub>2</sub> eq).

Tabla 4.56. Categoría 3C6 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de gestión de estiércol: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 2016–2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
3C6	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol	15,6	15,4	15,5	15,6	15,6
3C6h	Porcinos	15,6	15,4	15,5	15,6	15,6

Tal como se observa en la Figura 4.19 sobresalen dos periodos en la línea de tendencia, el primero entre 2005 y 2015 con un promedio anual de emisiones de 16,1 Gg de CO<sub>2</sub> eq y el segundo periodo entre 2016 y 2020 con un promedio de 15,5. Aunque la diferencia en los promedios no es significativa, es importante mencionar que las variaciones observadas obedecen a las fuentes de información empleadas como dato de actividad.

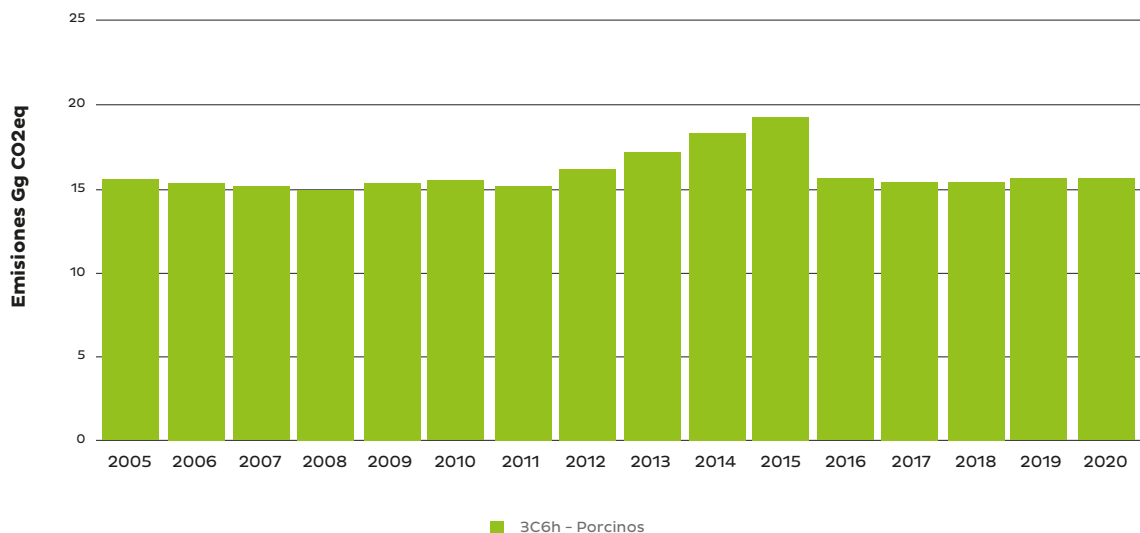


Figura 4.19. Categoría 3C6 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de gestión de estiércol: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) serie 2005–2020h

#### 4.7.6.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.7.6.2.1 Ecuaciones empleadas en las estimaciones

Las estimaciones se realizan bajo metodología Nivel 1 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Ecuación 4-21. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{Volatilización-MMS} * EF_4) * \frac{44}{28}$$

Fuente: Ecuación 10.27, capítulo 10, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- Emisiones de N<sub>2</sub>O G(mm) = emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol del país, kg N<sub>2</sub>O.
- NVolatilización-MMS = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub>, kg N = NEMMS \* FracGasMS
- NEMMS = N total excretado por MMS = Suma (NT \* NexT \* MST,S).
- FracGasMS = porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se volatiliza como NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub> en el sistema de gestión del estiércol S, %.
- EF<sub>4</sub> = factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua, kg N<sub>2</sub>O-N (kg NH<sub>3</sub>-N + NO<sub>x</sub>-N volatilizado)-1; el valor por defecto es 0,01 kg N<sub>2</sub>O-N (kg NH<sub>3</sub>-N + NO<sub>x</sub>-N volatilizado)-1.

Ecuación 4-22. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O debidas a lixiviación de la gestión del estiércol

$$Emisiones\ de\ N_2O = (N_{Lixiviación-MMS} * EF_5) * \frac{44}{28}$$

Fuente: Ecuación 10.29, capítulo 10, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- Emisiones de N<sub>2</sub>O =emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O debidas a lixiviación y escurrimiento de la gestión del estiércol del país, kg N<sub>2</sub>O.
- Nlixiviación-MMS = cantidad de nitrógeno del estiércol que lixivia de los sistemas de gestión del estiércol, kg N = NEMMS \* FracLeachMS
- NEMMS = N total excretado por MMS = Suma (NT \* NexT \* MST,S)
- FracLeachMS = porcentaje de pérdidas de nitrógeno del estiércol gestionado de la categoría T debido a escurrimiento y lixiviación durante el almacenamiento sólido y líquido del estiércol, %
- EF<sub>5</sub> = factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N lixiviado o escurrido (valor por defecto 0,0075 kg N<sub>2</sub>O-N (kg N lixiviado/escurrido)-1, dado en el Capítulo 11, Cuadro 11.3.

##### 4.7.6.2.2 Datos de actividad

En la Tabla 4.57 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría 3C6 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de gestión de estiércol, con su respectiva fuente de información.

Tabla 4.57. Categoría 3C6 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de gestión de estiércol: Datos de actividad

Categorías incluidas en el inventario Serie 2005-2020	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol	Cantidad de cabezas de ganado porcino	2005 - 2015	Primer IBA 2019	
		2016 - 2020	FAOSTAT	

#### 4.7.6.2.3 Factores de emisión

En la Tabla 4.58 se detallan los valores de factores de emisión y la fuente de información empleada.

 Tabla 4.58. Categoría 3C6 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de gestión de estiércol

Categorías incluidas en el inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol- Volatilización	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 10	0.01 kg N <sub>2</sub> O-N (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilizado)-1
3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol- Lixiviación	N <sub>2</sub> O	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 4, Capítulo 10	0.0075 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N lixiviación/escorrentamiento) -1

#### 4.7.6.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para garantizar la consistencia de la serie temporal en esta categoría, se tomaron los datos de actividad reportados en FAOSTAT, cumpliendo con las buenas prácticas de IPPC en donde se menciona: “Si no se dispone de datos a nivel nacional, se pueden usar los datos de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO)” (IPCC, 2006. Capítulo 10).

#### 4.7.6.4 Plan de mejora

Las emisiones estimadas en esta categoría deben seguir un plan de mejora continua que garantice la reducción de la incertidumbre, para ello se proponen las siguientes acciones:

Tabla 4.59. Plan de mejora – 3C6 Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de gestión de estiércol

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos para mejorar	Pilar de la CMNUCC
3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de gestión de estiércol	No se cuenta con una fuente de información oficial que permita conocer el crecimiento del hato ganadero en el transcurso de los años. Así mismo no se dispone información asociada a la estructura del hato ganadero. Adicionalmente, no es clara la trazabilidad de información asociada a los sistemas de gestión de estiércol.	<p>Se recomienda que el país cuente con un inventario oficial del hato ganadero y otras especies año a año. Para las especies más representativas es necesario hacer una caracterización más detallada tal como lo sugiere el IPCC, esto permitirá lograr estimaciones más exactas. Por otro lado, es importante que se cuente con una caracterización de los sistemas de gestión de estiércol en las diferentes especies pecuarias, para lograr la completitud de los sistemas de gestión de estiércol dentro del inventario.</p> <p>Se debe revisar la relevancia de otras especies pecuarias en el país, para incluirlas en la cuantificación del próximo inventario GEI.</p>	Transparencia: X
			Precisión: X
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad:
			Consistencia: X

### 4.7.7 Cultivo de arroz - 3C7

#### 4.7.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Cuantifica la cantidad anual de CH<sub>4</sub> generado por la descomposición anaeróbica de material orgánico en los arrozales inundados. El CH<sub>4</sub> producido se libera a la atmósfera mediante el transporte a través de las plantas del arroz. La cantidad de CH<sub>4</sub> emitido depende principalmente de la cantidad y la duración de los cultivos, de regímenes hídricos previos al período de cultivo, y durante este, de la tasa de aplicación abonos orgánicos e inorgánicos, del tipo de suelo, temperatura y cultivar del arroz.

La categoría 3C7 - Cultivo de arroz aporta el 0,34% del total del sector Agricultura, con un promedio anual de 17,5 Gg de CO<sub>2</sub> eq. En la Tabla 4.60 se muestran los resultados de emisiones para la serie de tiempo 2016-2020, los valores para el año 2020 se estiman en 26,5 Gg de CO<sub>2</sub> eq, mostrando un incremento de 161,1% respecto a las emisiones observadas en el año 2005 (10,2 Gg de CO<sub>2</sub> eq).

TABLA 4.60. CATEGORÍA 3C7 CULTIVO DE ARROZ: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) POR SUBCATEGORÍA, SERIE 2016-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2016	2017	2018	2019	2020
3C7	Cultivo de arroz	29,0	23,3	22,6	22,5	26,5
3C7a	Cultivo de arroz Riego	4,7	3,8	3,6	3,6	4,3
3C7b	Cultivo de arroz Secano	24,4	19,5	18,9	18,9	22,3

En la Figura 4.20 se muestra la tendencia de las emisiones en los dos tipos de sistemas manejados en el país (arroz riego y arroz seco). La subcategoría 3C7b - Cultivo de arroz Secano señala la mayor contribución de emisiones, con 73,3% equivalente a un promedio anual de 12,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq, esto se relaciona a un mayor número de hectáreas sembradas de arroz seco.

A lo largo de la serie temporal se observa una tendencia creciente con valores que fluctúan entre 9,5 y 29,0 Gg de CO<sub>2</sub> eq, datos que se estimaron para los años 2006 y 2016. Adicionalmente se evidencian dos periodos, el primero entre 2005-2015 y el segundo entre 2016-2020, los cuales estimaron un promedio anual de emisiones de 14,2 y 24,8 Gg de CO<sub>2</sub> eq respectivamente. El aporte de las emisiones en los sistemas calculados para el último año del inventario se observa en la Figura 4.20.

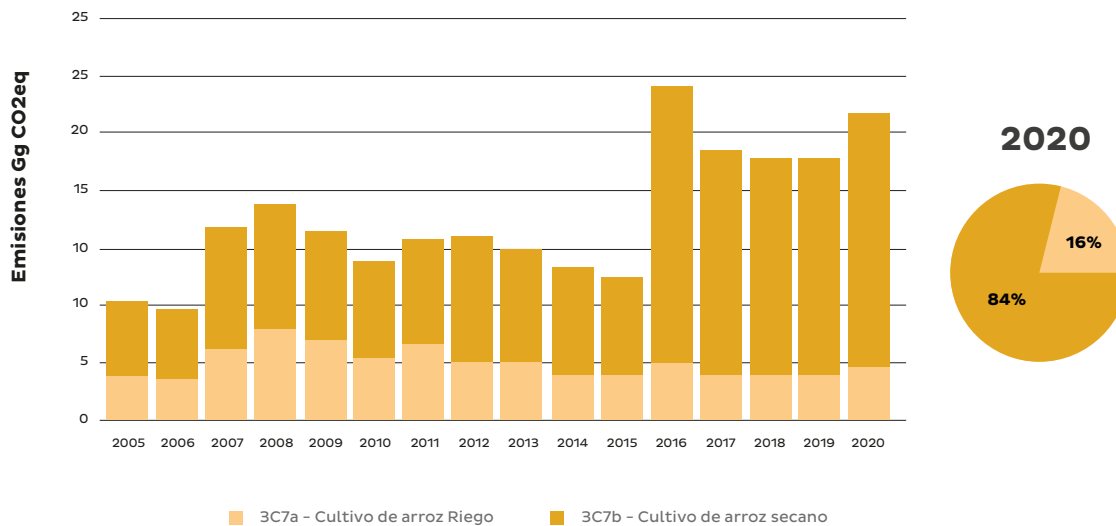


Figura 4.20. Categoría 3C7 Cultivo de arroz: emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría serie 2005-2020.



#### 4.7.7.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

##### 4.7.7.2.1 Ecuaciones empleadas en las estimaciones

Las estimaciones se realizan bajo metodología Nivel 1 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Ecuación 4-23. Emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por el cultivo de arroz

$$CH_4_{Arroz} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} * t_{i,j,k} * A_{i,j,k} * 10^{-6})$$

Fuente: Ecuación 5.1, capítulo 5, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- CH<sub>4</sub>Arroz = emisiones anuales de metano producidas por el cultivo del arroz, Gg CH<sub>4</sub>
- EF<sub>ijk</sub> = un factor de emisión diario para las condiciones i, j, y k, kg CH<sub>4</sub> há<sup>-1</sup>
- t<sub>ijk</sub> = período de cultivo del arroz para las condiciones i, j, y k, días
- A<sub>ijk</sub> = superficie de cosecha anual de arroz para las condiciones i, j, y k, há año<sup>-1</sup>
- i, j, y k = representan los diferentes ecosistemas, regímenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones bajo las cuales pueden variar las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por el arroz.

Ecuación 4-24. Factor ajustado de emisión diaria

$$EF_i = EF_c * SF_w * SF_p * SF_o * SF_{s,r}$$

Fuente: Ecuación 5.2, capítulo 5, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- EF<sub>i</sub> = factor de emisión diaria ajustado para una superficie de cosecha dada
- EF<sub>c</sub> = factor de emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos = 1,3 kg CH<sub>4</sub> há<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>
- SF<sub>w</sub> = factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo.
- SF<sub>p</sub> = factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo.
- SF<sub>o</sub> = el factor de ajuste deberá variar según el tipo y a cantidad de abono orgánico aplicado.
- SF<sub>s,r</sub> = factor de ajuste para tipo de suelo, cultivar del arroz, etc., si está disponible

Ecuación 4-25. Factores de ajuste de emisión de CH<sub>4</sub> adaptado para agregados orgánicos

$$SF_o = (1 + \sum_i ROA_i * CFOA_i)^{0.59}$$

Fuente: Ecuación 5.3, capítulo 5, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006

## 4.7.7.2.2 Datos de actividad

En la Tabla 4.61 se describen los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de la categoría 3C7 Cultivo de arroz, con su respectiva fuente de información.

Tabla 4.61. Categoría 3C7 Cultivo de arroz: Datos de actividad

Categorías incluidas en el inventario Serie 2005-2020	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3C7 Cultivo de arroz	Áreas sembradas (ha) de arroz riego y seco	2005 - 2015	Primer IBA 2019 FAOSTAT	Desagregación en arroz riego y seco 2005-2008 a partir de participación porcentual de áreas 2000-2008 de Primer IBA 2019
		2016 - 2020	FAOSTAT	Proporciones de arroz riego y seco de AGROBOLSA información suministrada por Ministerio de agricultura

## 4.7.7.2.3 Factores de emisión

En la Tabla 4.62 se detallan los valores de factores de emisión y la fuente de información empleada.

Tabla 4.62. Categoría 3C7 Cultivo de arroz

Categorías incluidas en el Inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
3C7a Arroz riego	CH <sub>4</sub>	Nivel 1	IPCC 2006 - Volumen 4, Capítulo 5	Factor de emisión diario: 1,3 kg CH <sub>4</sub> ha-1 día-1
				Régimen hídrico durante el cultivo (SFw): 1 kg CH <sub>4</sub> ha-1 día-1
				Régimen hídrico previo al cultivo (SFp): 1 kg CH <sub>4</sub> ha-1 día-1
				Aplicación de enmienda orgánica: 3 t.ha



4

Módulo de agricultura, silvicultura  
y otros usos de la tierra

Categorías incluidas en el Inventario nacional serie 2005 a 2020	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado
3C7b Arroz secano				Factor de conversión de enmienda orgánica: 0,29
				Factor de emisión diario: 1,3 kg CH <sub>4</sub> ha-1 día-1
				Régimen hídrico durante el cultivo (SFw): 0,25 kg CH <sub>4</sub> ha-1 día-1
				Régimen hídrico previo al cultivo (SFp): 1 kg CH <sub>4</sub> ha-1 día-1
				Aplicación de enmienda orgánica: 3 t.ha
				Factor de conversión de enmienda orgánica: 0,29

#### 4.7.7.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para garantizar la consistencia de la serie temporal en esta categoría, se tomaron los datos de actividad reportados en FAOSTAT, cumpliendo con las buenas prácticas de IPPC en donde se menciona: "Si no se dispone de datos a nivel nacional, se pueden usar los datos de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO)" (IPCC, 2006. Capítulo 10). Adicionalmente se realizó una consulta a profesionales expertos del sector arrocero, para asignar factores de escala que de acuerdo con IPCC 2006 están asociados a: días de duración del ciclo de cultivo, régimen hídrico durante y previo el cultivo, aplicación de enmiendas orgánicas y factor de conversión de enmiendas en los sistemas de arroz riego y secano.





## 4.7.7.4 Plan de mejora

Las emisiones estimadas en esta categoría deben seguir un plan de mejora continua que garantice la reducción de la incertidumbre, para ello se proponen las siguientes acciones:

Tabla 4.63. Plan de mejora – 3C7 Cultivo de arroz

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos para mejorar	Pilar de la CMNUCC
3C7 Cultivo de arroz	La información de las áreas de arroz proviene de tres fuentes de información (2000-2015: FAOSTAT, INE, AGROBOLSA, 2016-2020: FAOSTAT). La desagregación por arroz riego y seco para la serie 2000-2008 se realizó a partir de participación porcentual de información de 2009-2015 reportado en Primer IBA 2019	Generar mecanismos de comunicación con el gremio arrocero, que permita el reporte eficiente de datos de actividad desagregado en sistemas de arroz riego y arroz seco en toda la serie temporal requerida por el inventario.	Transparencia: X
			Precisión: X
			Exhaustividad: X
			Comparabilidad:
			Consistencia: X



## Bibliografía

4

Módulo de agricultura, silvicultura  
y otros usos de la tierra

Gobierno de la República de Honduras. (2021). Contribuciones Nacionalmente Determinadas Honduras.

Gobierno de Honduras, 2020. Anexo Técnico REDD+, Resultados alcanzados por la República de Honduras en la Reducción de Emisiones de la Deforestación a Nivel Nacional, para pago por resultados por el mecanismo REDD+.

Gobierno de Honduras, 2023. Propuesta de Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestal 2016-2020. From [https://redd.unfccc.int/files/nref\\_nrf\\_hn2023\\_vf.pdf](https://redd.unfccc.int/files/nref_nrf_hn2023_vf.pdf)  
ICF. (2017). Manual para la colecta de datos de campo para el Inventario Nacional Forestal de Honduras. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Comayagua, M.D.C.

ICF. (2017b). Manual para la colecta de datos de campo para el Inventario Nacional Forestal de Honduras. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Tegucigalpa. Retrieved from [http://sigmof.icf.gob.hn/downloads/3.\\_Manual\\_de\\_campo\\_ciclo\\_III\\_Inventario\\_Nacional\\_Forestal](http://sigmof.icf.gob.hn/downloads/3._Manual_de_campo_ciclo_III_Inventario_Nacional_Forestal)

ICF. (2018). Mapa de Cobertura Forestal y Uso del Suelo Honduras. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Comayagua, M.D.C.

ICF. (2020). Anuario Estadístico Forestal. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Tegucigalpa. Retrieved from [https://sigmof.icf.gob.hn/downloads/Anuario\\_Estadstico\\_Forestal\\_de\\_HondurasJ\\_2020.pdf](https://sigmof.icf.gob.hn/downloads/Anuario_Estadstico_Forestal_de_HondurasJ_2020.pdf)

INE. (2020). Instituto Nacional de Estadística Honduras. Retrieved from <https://www.ine.gob.hn/V3/cifras-de-pais/>

IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas inventories – Chapter 10: Emissions from livestock enteric fermentation and manure management. Chapter 10.

IPCC. (2019). Chapter 11: N<sub>2</sub>O emissions from managed soils, and CO<sub>2</sub> emissions from lime and urea application. In 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Klein, C., Novoa, R., Ogle, S., Smith, K., Rochette, P., & Wirth, T. (2006). Emisiones de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados Y Emisiones De CO<sub>2</sub> derivadas de la aplicación de cal y uera. Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

Sherlock, R. R., Sommer, S. G., Khan, R. Z., Wood, C. W., Guertal, E. A., Freney, J. R., Dawson, C. O., & Cameron, K. C. (2002). Ammonia, Methane, and Nitrous Oxide Emission from Pig Slurry Applied to a Pasture in New Zealand. *Journal of Environmental Quality*, 31(5). <https://doi.org/10.2134/jeq2002.1491>

Van Amstel, A. (2005). Integrated assessment of climate change with reductions of methane emissions. *Environmental Sciences*, 2(2-3). <https://doi.org/10.1080/15693430500395826>



Secretaría de  
Recursos Naturales  
y Ambiente

5

## Módulos de Residuos

Informe del Inventario Nacional  
de Gases de Efecto Invernadero  
2016-2020 de Honduras



## Contenido

5.1 Panorama general del sector.....	200
5.1.1 Descripción del sector.....	200
5.1.2 Tendencia de los GEI del sector.....	200
5.2 Nuevos cálculos del sector.....	205
5.3 Incertidumbre específica de la Sector.....	206
5.4 Actividades de GCCV del sector.....	208
5.5 Eliminación de desechos – 4A.....	208
5.5.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	208
5.6 Quema abierta de residuos – 4C2.....	214
5.6.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	214
5.6.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	215
5.6.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	218
5.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	219
5.7.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	220
5.7.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	223
5.8 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales – 4D2.....	224
5.8.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	224
5.8.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	225
5.8.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	228
Bibliografía.....	229

## Lista de figuras

Figura 5.1 Sector residuos: emisiones de GEI por categoría (Gg CO <sub>2</sub> eq), serie 2005–2020.....	203
Figura 5.2 Análisis de sensibilidad para el módulo de Residuos.....	207
Figura 5.3 Sector residuos- Eliminación de desechos: emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005 – 2020.....	209
Figura 5.4 Sector residuos- Incineración abierta de residuos: emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005 – 2020.....	214
Figura 5.5 Sector residuos- tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005 – 2020.....	219
Figura 5.6 Sector residuos- tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005 – 2020.....	225



## Lista de tablas

Tabla 5.1 Sector Residuos: Emisiones de GEI por categoría (Gg CO2 eq).....	201
Tabla 5.2 Sector residuos: emisiones por GEI, por categoría y subcategoría (Gg CO2 eq) para 2020 .....	202
Tabla 5.3 Sector Residuos: Emisiones por cada GEI (Gg CO2 eq), serie 2005-2020.....	203
Tabla 5.4 Ecuaciones empleadas en el sector Residuos.....	204
Tabla 5.5 Sector residuos: métodos aplicados por categoría.....	205
Tabla 5.6 Residuos: comparación entre emisiones de GEI (Gg CO2 eq) del inventario 1990-2016 y el inventario 2005 - 2020.....	206
Tabla 5.7 Resultados del análisis de incertidumbre para el sector Residuos.....	207
Tabla 5.8 Sector residuos- eliminación de desechos emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005 - 2020.....	208
Tabla 5.9 Homologación de la caracterización de residuos para el modelo FOD del IPCC.....	212
Tabla 5.10 Sector Residuos - Datos de actividad categoría Eliminación de desechos.....	212
Tabla 5.11 Sector residuos: Valores seleccionados para el modelo FOD de Honduras.....	213
Tabla 5.12 Plan de mejora residuos categoría 4A.....	214
Tabla 5.13 Sector residuos, incineración abierta de residuos: emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq), serie 2005-2020.....	215
Tabla 5.14 Sector Residuos - Datos de actividad categoría Incineración abierta de residuos.....	217
Tabla 5.15 Sector residuos incineración abierta de residuos: factores de emisión.....	217
Tabla 5.16 Plan de mejora residuos categoría 4C2.....	218
Tabla 5.17 Sector residuos- tratamiento y eliminación de aguas residuales: emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005-2020.....	219
Tabla 5.18 Datos de acceso de población a servicios sanitarios.....	222
Tabla 5.19 Sector Residuos - Datos de actividad categoría tratamiento y eliminación de aguas residuales domesticas.....	222
Tabla 5.20 Sector residuos: factores de emisión aplicados categoría 4D1.....	223
Tabla 5.21 Plan de mejora residuos categoría 4A.....	224
Tabla 5.22 Sector residuos- tratamiento y eliminación de aguas residuales: emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005-2020.....	224
Tabla 5.23 Sector residuos: factores de conversión de producción.....	226
Tabla 5.24 Sector residuos- aguas residuales industriales: datos de producción en toneladas....	227
Tabla 5.26 Sector residuos: factores de emisión aplicados.....	228
Tabla 5.27 Plan de mejora residuos categoría 4D2.....	228



## Lista de ecuaciones

Ecuación 5-1 DDOCm acumulado en los SEDS al término del año T.....	209
Ecuación 5-2 DDOCm acumulado en los SEDS al término del año T.....	209
Ecuación 5-3 Cantidad total de desechos sólidos municipales quemados por incineración abierta .....	215
Ecuación 5-4 Estimación de las emisiones de CO <sub>2</sub> basada en la composición de los desechos sólidos municipales.....	215
Ecuación 5-5 Estimación de las emisiones de metano basada en la cantidad total de desechos quemados.....	216
Ecuación 5-6 Estimación de las emisiones de N <sub>2</sub> O basada en la entrada de desechos a los incineradores.....	216
Ecuación 5-8 Ecuación ajustada basada en la Ecuación 6.1: Emisiones totales de CH <sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales domésticas eliminadas por otros medios de manejo.....	220
Ecuación 5-7 Ecuación ajustada basada en la Ecuación 6.1: Emisiones totales de CH <sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales domésticas tratadas por PTAR.....	220
Ecuación 5-9 Factor de emisión de CH <sub>4</sub> para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas.....	221
Ecuación 5-10 Emisiones de N <sub>2</sub> O provenientes de las aguas residuales efluentes.....	221
Ecuación 5-11 Nitrógeno total en los afluentes.....	221
Ecuación 5-12 Emisiones totales de CH <sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales industriales.....	225
Ecuación 5-13 Materia orgánica degradable en las aguas residuales industriales.....	225
Ecuación 5-14 Factor de emisión de metano para las aguas residuales industriales.....	226



## CAPÍTULO 5: MÓDULO DE RESIDUOS

## 5

## Módulo de residuos

## 5.1 Panorama general del sector

### 5.1.1 Descripción del sector

En este sector, las emisiones de GEI están asociadas con la gestión de residuos dispuestos en rellenos sanitarios o sitios no adecuados de disposición, que por la degradación de algunos tipos de materiales generan emisiones de CH<sub>4</sub> y también incluye las emisiones que se generan a partir de tratamientos de residuos como el biológico o la incineración y los casos en los que se presenta quema de residuos dado la ausencia de cobertura del servicio de recolección y disposición, generando emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Por otra parte, el sector residuos abarca la gestión de aguas residuales domésticas e industriales de acuerdo con los tipos de tratamiento y carga orgánica y química de las aguas residuales. Las cuatro categorías de residuos de las Directrices del IPCC de 2006 son:

- Eliminación de residuos sólidos
- Tratamiento biológico de residuos
- Incineración y quema abierta de desechos
- Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales

En Honduras se realiza el cálculo de las categorías de eliminación de residuos sólidos, quema abierta de residuos y tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales. Cada una de las categorías de residuos se subdivide como se muestra a continuación:

4.A. Eliminación de desechos o residuos sólidos: en esta categoría se estiman las emisiones relacionadas con la disposición final de residuos en rellenos sanitarios, botaderos y otros sitios no gestionados o no categorizados.

4.C. Incineración y quema abierta de desechos: Se estiman las emisiones de la quema abierta de residuos que corresponde a la subcategoría 4C2 como un método de gestión de residuos en los casos en los que no se cuenta con cobertura del servicio de recolección y disposición final de residuos.

Para la subcategoría 4C1 de incineración controlada de desechos no se cuenta con información consolidada de gestión de residuos peligrosos u otro tipo de incineración que permita estimar esta categoría.

4.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales: Se estiman las emisiones de la gestión de aguas residuales domésticas en la subcategoría 4D1, de acuerdo con la existencia o ausencia de sistemas de tratamiento y la carga orgánica de las aguas residuales. En la subcategoría 4D2, se calculan las emisiones generadas por las aguas residuales generadas por las industrias más representativas del país teniendo en cuenta las cargas orgánicas de las aguas.

En el país para el periodo reportado no se cuenta con tratamiento biológico de residuos por lo que la categoría 4B no es posible estimarla, y la ausencia de datos para la estimación de la incineración controlada de residuos, es decir la subcategoría 4C1.

### 5.1.2 Tendencia de los GEI del sector

Para el año 2020, para el sector de residuos se estiman emisiones de GEI de 1.696,18 Gg de CO<sub>2</sub> eq, de los cuales el 7,9 % corresponde a CO<sub>2</sub>, el 89,5 % a CH<sub>4</sub>, y el 2,6 % a N<sub>2</sub>O. En la Tabla 5.2 se reportan, por subcategoría de fuente, las emisiones estimadas de GEI directos en Gg

La mayor contribución de emisiones del sector residuos proviene del tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, con un 46% representadas en emisiones GEI de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, seguido por las emisiones de la categoría 4D2 de eliminación de aguas residuales industriales con un 29%.

En la Tabla 5.1 se observa el balance de emisiones de GEI del sector de residuos para las categorías estimadas entre los años 2005 a 2020, donde se evidencia un incremento de las emisiones de acuerdo con el crecimiento poblacional según las proyecciones realizadas por el INE a partir del censo del año 2013.

Tabla 5.1 Sector Residuos: Emisiones de GEI por categoría (Gg CO<sub>2</sub> eq)

Cód.	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>4.</b>	<b>Residuos</b>	<b>1.111,45</b>	<b>1.319,04</b>	<b>1.547,95</b>	<b>1.608,39</b>	<b>1.670,43</b>	<b>1.704,85</b>	<b>1.730,39</b>	<b>1.696,18</b>
4.A.	Eliminación de desechos sólidos	33,97	93,37	144,24	152,33	155,17	158,02	160,88	163,75
4.B.	Tratamiento biológico de los desechos sólidos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C.	Incineración e incineración abierta de desechos	192,24	204,58	221,19	238,77	240,63	243,52	246,38	249,20
4.D.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	885,24	1.021,10	1.182,52	1.217,30	1.274,63	1.303,31	1.323,13	1.283,23
4.E.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

NOTA: NO = NO OCURRE; NE = NO ESTIMADO.

En la Figura 5.1 se presenta la tendencia de las emisiones del sector residuos en Honduras entre el 2005 y 2020 y se aprecia una tendencia ascendente de las emisiones de acuerdo con el crecimiento de la población. Esta tendencia se debe al aumento de la población, en el año 2013 se evidencia un leve descenso de las emisiones que se debe principalmente a la redistribución de la población rural, es decir la proporción de población ha venido disminuyendo en áreas rurales con respecto a las urbanas.



Tabla 5.2 Sector residuos: emisiones por GEI, por categoría y subcategoría (Gg CO<sub>2</sub> eq) para 2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	Gg CO <sub>2</sub> eq
4.	Residuos	151,92	1.499,84	44,42									1.696,18
4.A.	Eliminación de desechos sólidos	NO	163,75	NO									163,75
4.B.	Tratamiento biológico de los desechos sólidos	NE	NE	NE									NE
4.C.	Incineración e incineración abierta de desechos	151,92	85,69	11,58									249,20
4.C.1.	Incineración de desechos	NE	NE	NE									NE
4.C.2.	Incineración abierta de desechos	151,92	85,69	11,58									249,20
4.D.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	NO	1.250,39	32,84									1.283,23
4.D.1.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NO	751,18	32,84									784,02
4.D.2.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NO	499,21	NO									499,21

Notas: NE = no estimado; IE = incluida en otra parte; NO = no ocurre; CS = factor de emisión país específico; D = factor de emisión por defecto del IPCC; se utiliza el guion para notar que el valor es 0.

Para el año 2013 con el censo de población e información sobre el acceso a servicios básicos de las viviendas por tipo y fuente de servicio recopilada por el INE (INE, 2013), se logran identificar los diferentes medios de gestión y eliminación de aguas residuales en las viviendas, desde ese año es posible apreciar cómo se distribuyen las emisiones en diferentes formas de tratamiento y gestión a nivel rural y urbano. Adicionalmente para la estimación de las emisiones por quema abierta de residuos y eliminación de desechos, a partir del año 2016 con el diagnóstico de residuos sólidos de Honduras es posible refinar la caracterización de los residuos y además estimar el porcentaje de la población que realiza la quema como medio de disposición en los sitios donde no hay cobertura del servicio de recolección y disposición final de residuos.

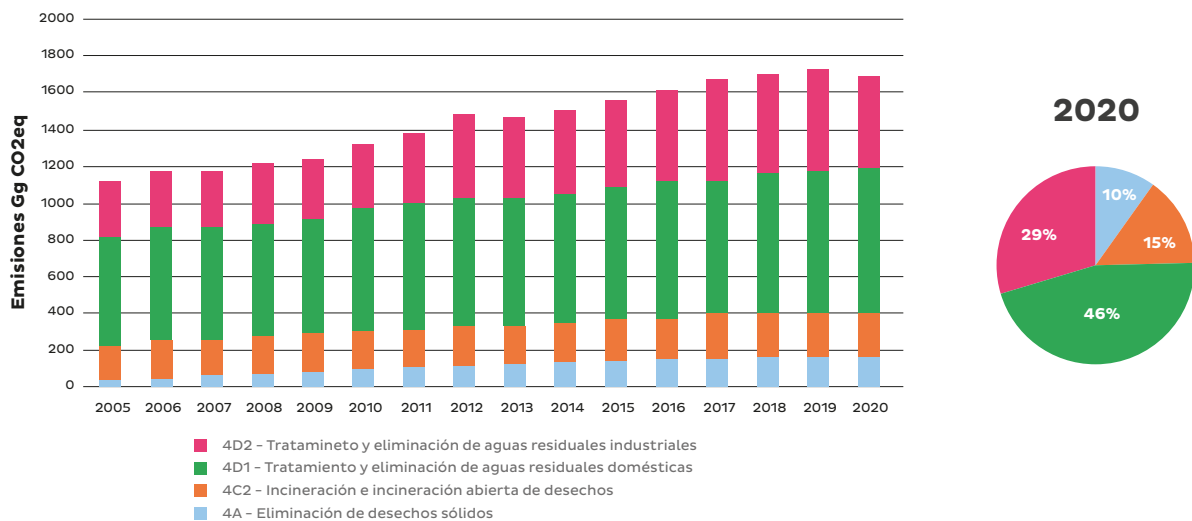


Figura 5.1 Sector residuos: emisiones de GEI por categoría (Gg CO<sub>2</sub> eq), serie 2005-2020

Al analizar el comportamiento de las emisiones por gas para el sector, se observa que en toda la serie temporal las mayores emisiones corresponden a CH<sub>4</sub> con el 88,4%, seguidas por el CO<sub>2</sub> con un 9% y en último lugar las emisiones de N<sub>2</sub>O con 2,6%, estos últimos dos gases relacionados con las emisiones e la quema abierta de residuos. El balance de las emisiones del sector residuos por cada GEI para la serie 2005-2020 se muestra en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Sector Residuos: Emisiones por cada GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq), serie 2005-2020

GEI	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub>	117,2	124,7	134,8	145,6	146,7	148,5	150,2	151,9
CH <sub>4</sub>	955,4	1157,5	1374,1	1422,5	1482,6	1513,0	1534,9	1499,8
N <sub>2</sub> O	38,8	35,0	39,0	40,4	41,1	43,4	45,3	44,4
Total	1.111,4	1.317,2	1.547,9	1.608,4	1.670,4	1.704,8	1.730,4	1.696,2

Nota: NO = no ocurre; NE = no estimado.

Fuente: elaboración propia

### 5.1.3 Aspectos metodológicos generales del sector

La estimación de emisiones del sector residuos se elaboró siguiendo las Directrices del IPCC de 2006, reportando las emisiones y absorciones anuales calculadas para la serie histórica 2005-2020, realizando las estimaciones de los GEI directos generados en el sector: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

La metodología empleada para residuos corresponde a la estipulada en el Volumen 5 (capítulos 1 a 6) de las directrices IPCC 2006 para los inventarios nacionales de GEI. Las ecuaciones abordadas se describen en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Ecuaciones empleadas en el sector Residuos

Capítulo - Número	Nombre
	Método de descomposición de primer orden (FOD) contenido en el modelo IPCC_Waste Model.
5.2	Estimación de las emisiones de CO <sub>2</sub> basada en la composición de los desechos sólidos municipales.
5.4	Estimación de emisiones de CH <sub>4</sub> basada en la cantidad total de desechos quemados.
5.5	Estimación de emisiones N <sub>2</sub> O basada en la cantidad total de desechos quemados.
5.7	Cantidad total de desechos sólidos municipales quemados por incineración abierta.
6.1	Emisiones totales de CH <sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales domésticas.
6.2	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas.
6.3	Total de materia orgánica degradable en las aguas residuales domésticas.
6.7	Emisiones de N <sub>2</sub> O provenientes de las aguas residuales efluentes.
6.8	Nitrógeno total en los efluentes.
6.4	Emisiones totales de CH <sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales industriales.
6.5	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> para las aguas residuales industriales.
6.6	Materia orgánica degradable en las aguas residuales industriales.

Para la categoría de eliminación de desechos sólidos (4A) la metodología empleada corresponde al nivel 1, según lo descrito en las directrices IPCC 2006 volumen 5, capítulo 3. Para la estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por la eliminación de desechos sólidos, se empleó el método de descomposición de primer orden (FOD, por sus siglas en inglés) del IPCC 2006, manteniendo algunos parámetros por defecto e incorporando datos de actividad específicos del país (cantidad de residuos sólidos dispuestos, caracterización de residuos y zona climática).

La estimación del CH<sub>4</sub> proveniente del tratamiento y la eliminación de aguas residuales domésticas e industriales se realizó aplicando los factores de emisión por defecto según la tecnología de tratamiento. De igual manera, se emplearon factores de emisión por defecto para las emisiones de CH<sub>4</sub> por incineración abierta de residuos sólidos municipales. Por su parte, las emisiones de CO<sub>2</sub>, estimadas principalmente para la categoría de incineración abierta de residuos, se calculó empleando los factores de oxidación proporcionadas por las directrices IPCC 2006.

Finalmente, en las emisiones de N<sub>2</sub>O del tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas y de incineración abierta de residuos se emplearon factores de emisión por defecto.

En cuanto a categorías no estimadas, aún no se cuenta con información en el país que permita realizar estimaciones de GEI en tratamiento biológico de desechos y en incineración controlada de residuos.



Tabla 5.5 Sector residuos: métodos aplicados por categoría

Categoría	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE
4.A. Eliminación de desechos	NO	NO	T2	FOD	NO	NO
4.B. Tratamiento biológico de desechos	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C. Incineración e incineración abierta de desechos	T1	D	T1	D	T1	D
4.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	NO	NO	T1	D	T1	D

Fuente: elaboración propia

Notas: NE = no estimado; IE = incluida en otra parte; NO = no ocurre; CS = factor de emisión país específico; D = factor de emisión por defecto del IPCC

Los principales datos de actividad empleados para la estimación de emisiones y absorciones de GEI del sector provienen de las proyecciones de población realizadas por el INE a partir del Censo del año 2013, con estos datos y la información recopilada por la SERNA y el Diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos en Honduras del año 2016 elaborado por el Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, de donde se obtienen datos de la caracterización de residuos del país y producción per cápita, es posible estimar las emisiones relacionadas con las categorías 4A y 4C2. Adicionalmente, para conocer las diferentes formas de gestión de residuos se cuenta con datos del Hub de residuos y economía circular.

Para la categoría 4D1 de eliminación de aguas residuales domesticas se cuenta con información proporcionada por el INE de la encuesta de hogares donde se detalla el acceso de viviendas a servicios sanitarios, lo que permite conocer los mecanismos de gestión y vertimiento de aguas residuales. Por otra parte, para la categoría 4D2 de gestión de aguas residuales industriales se utiliza la información que anualmente consolida el Banco Central del Honduras – BCH con las cifras de producción industrial del país.

Con respecto a los factores de emisión utilizados para el resto de las categorías, se emplean factores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

## 5.2 Nuevos cálculos del sector

La serie temporal 2005 -2020 que se describe en el presente informe implicó el recálculo del inventario para toda la serie de inventario a partir de la actualización e inclusión de nuevos datos de actividad y supuestos para la reconstrucción de datos faltantes, teniendo en cuenta que para el BUR anterior se utilizaron varios datos por defecto para el país.

En la Tabla 5.6 se presentan datos que permiten observar las implicaciones/efectos que los nuevos cálculos han tenido en la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI.



Tabla 5.6 Residuos: comparación entre emisiones de GEI (Gg CO<sub>2</sub> eq) del inventario 1990-2016 y el inventario 2005 - 2020

INGEI	2005	2010	2015
INGEI - BUR 1	955,1	1.083,65	1.233,43
INGEI - BUR 2	1.111,45	1.319,04	1.547,95
<b>Diferencia</b>	<b>156,35</b>	<b>235,39</b>	<b>314,52</b>
<b>Diferencia%</b>	<b>16%</b>	<b>22%</b>	<b>25%</b>

Fuente: elaboración propia

**Categoría 4A:** Se actualiza la información de la población desde el año 2013 con el censo realizado en ese año y se incluye desde el año 2016 la nueva PPC y caracterización realizada desde ese año  
**Categoría 4C2:** Se actualiza la información de la generación de residuos de acuerdo con los datos consignados en el modelo FOD, según el ajuste de la población. Adicionalmente, teniendo en cuenta que la revisión ICA con respecto a los porcentajes de la fracción de la población que realiza quema se consideró elevado, se ajusta este dato, considerando que en la Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHMP) del INE, publicada en el año 2023, se afirma que el 79% de los hogares rurales realizan la quema de residuos.

**Categoría 4D1:** Se realizaron ajustes en la serie asumiendo la distribución servicios sanitarios relacionada con la gestión de aguas residuales domésticas, que proviene de datos del INE del año 2013 que evidencian el acceso a servicios sanitarios de los hogares del país.

**Categoría 4D2:** Los nuevos cálculos presentan diferencias significativas frente a los realizados en el BUR 1, teniendo en cuenta que se ajustaron conversiones de unidades productivas para la categoría 4D2 en la producción de cerveza del país.

Otras diferencias se atribuyen a la actualización en los nuevos cálculos de parámetros como los potenciales de calentamiento global pasando de AR2 a AR5.

### 5.3 Incertidumbre específica de la Sector

En la Tabla 5.7 se presentan los resultados de incertidumbre del módulo de Residuos correspondientes al año 2020. Los cálculos se llevaron a cabo mediante la aplicación del método de propagación de error (4C y 4D) y simulaciones de Monte Carlo (4A). Las variabilidades en las cifras de incertidumbre, a nivel de categorías, oscilaron entre el 36,18% y el 4900,19%, mientras que, para el módulo en cuestión, se situaron en un rango comprendido entre -28,55% y +100,82%.

Tabla 5.7 Resultados del análisis de incertidumbre para el sector Residuos

Código de la categoría del IPPC	GEI	Emisiones (Gg CO2eq)	Incertidumbre relativa inferior (%)	Incertidumbre relativa superior (%)
4A	CH4	163,75	62,94	82,12
4C	CH4	85,69	76,97	186,95
4C	CO2	151,92	77,77	192,15
4C	N2O	11,58	74,39	171,61
4D	CH4	1250,39	36,18	36,29
4D	N2O	32,84	93,52	4900,19

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 10, se realizó un análisis de sensibilidad para identificar las categorías cuya incertidumbre tenía un efecto significativo sobre la incertidumbre global del módulo de energía. El análisis de sensibilidad implicó evaluar la variabilidad de los resultados del modelo frente a cambios en sus parámetros o variables de entrada. La metodología utilizada consistió en definir los parámetros de entrada y sus rangos, generar muestras para evaluar el modelo, y luego llevar a cabo un análisis de sensibilidad. En este análisis se calculó el índice de contribución relativa de cada variable.

En la Figura 5.3, se destaca que la variabilidad en la incertidumbre del módulo de Residuos se atribuye predominantemente a las categorías 4D-N2O y 4D-CH4. La categoría 4D-N2O ejerce una influencia principalmente por su alta incertidumbre (-93,2% y +4900,19%). La incertidumbre de esta categoría es provocada por el factor de emisión por defecto usados en los cálculos, cuya incertidumbre reportada es de -90% y +4900%. En cuanto a la categoría 4D-CH4, se destaca que su incertidumbre es la más baja dentro del módulo de Residuos, registrando valores de -37,00 y +37,04. En consecuencia, su impacto en la incertidumbre del módulo de Residuos se asocia más con la magnitud de sus emisiones que con su propia incertidumbre. En términos relativos, las emisiones de la categoría 4D-CH4 representan el 75,22% del total del módulo.

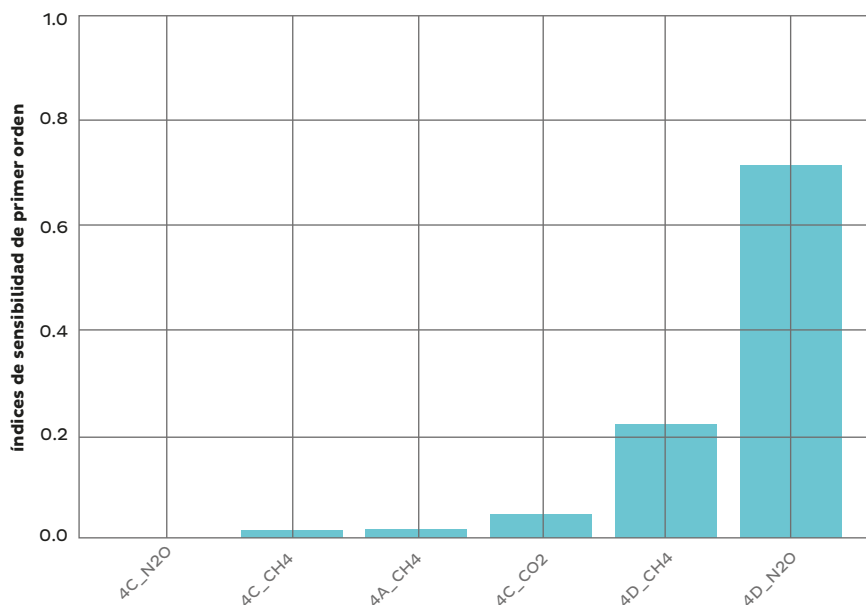


Figura 5.2 Análisis de sensibilidad para el módulo de Residuos



## 5.4 Actividades de GCCV del sector

El control de la calidad se realizó a través de las siguientes actividades:

- Las bases de datos generadas para los datos de actividad fueron comparadas al menos en dos ocasiones con los datos de las fuentes de información origina y se revisaron con otras bases de datos encontradas.
- Los factores de emisión, conversión y constantes fueron compilados y centralizados en una sola hoja de trabajo, vinculada al resto de las hojas de trabajo. Permitiendo una rápida revisión y actualización.

## 5.5 Eliminación de desechos – 4A

### 5.5.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se reportan las emisiones que se generan por la gestión de residuos del país que puede darse en rellenos sanitarios, botaderos a cielo abierto o incluso en abandono en ecosistemas como disposición en cuerpos de agua. La estimación de las emisiones GEI de esta categoría corresponden a la disposición de residuos a través de cada uno de los métodos descritos y se relaciona directamente a los datos de población y PPC estimada.

En la Tabla 5.8 se pueden observar las emisiones en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente estimadas para cada componente de la categoría eliminación de desechos en los años 2005, 2010, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020. Para el año 2020, esta subcategoría representó 161,82 Gg de CO<sub>2</sub> eq. Estas emisiones han aumentado conforme la población del país ha incrementado.

Tabla 5.8 Sector residuos- eliminación de desechos emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005 – 2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
4.A.	Eliminación de desechos	33,97	93,37	140,76	149,27	152,45	155,61	158,73	161,82

Fuente: elaboración propia

A continuación en la Figura 5.3 se evidencia la tendencia de las emisiones para la serie histórica 2005–2020 de la categoría 4A donde se aprecia un incremento en las emisiones, esto debido al aumento de la población, adicionalmente en la serie se realizan ajustes en la PPC desde el año 2016 a 2020, siendo 0,65 kg/persona-día, proveniente del diagnóstico realizado en el año 2016 por el CPM+L, junto con Miambiente+ (CPM+L Honduras, 2016), para los años de 2010 a 2015 es de 0,60, y en los años previos 2005 a 2010 se toma el dato por defecto del IPCC.

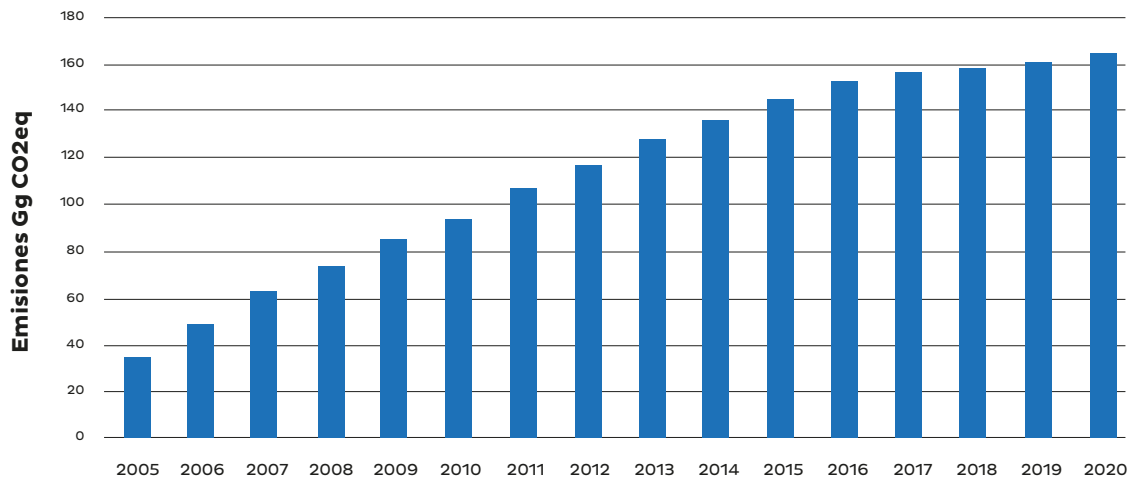


Figura 5.3 Sector residuos- Eliminación de desechos: emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005 - 2020

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de emisiones de esta subcategoría se emplea como herramienta de cálculo el modelo IPCC\_Waste generado por el IPCC para propósitos de estimación de metano para esta categoría, el modelo se basa en el método de descomposición de primer orden (First Order Decay, FOD, siglas en inglés)<sup>1</sup>.

El modelo simple de hoja de cálculo se encuentra desarrollado sobre la base de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 5-1 DDOCm acumulado en los SEDS al término del año T

$$DDOCma_T = DDOCmd_T + (DDOCma_{T-1} \cdot e^{-k})$$

Fuente: (IPCC - 2006, volumen 5, capítulo 3, ecuación 3.4)

Ecuación 5-2 DDOCm acumulado en los SEDS al término del año T

$$DDOCm_{descomp_T} = DDOCma_{T-1} \cdot (1 - e^{-k})$$

Fuente: (IPCC - 2006, volumen 5, capítulo 3, ecuación 3.5)

<sup>1</sup> Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>.





Donde:

- T= Año del inventario
- DDOC<sub>maT</sub> = DDOC<sub>m</sub> acumulado en los SEDS al final del año T. [Gg]
- DDOC<sub>maT-1</sub> = DDOC<sub>m</sub> acumulado en el SEDS al final del año (T-1). [Gg]
- DDOC<sub>mdT</sub> = DDOC<sub>m</sub> depositado en los SEDS durante el año T. [Gg]
- DDOC<sub>m descompT</sub> = DDOC<sub>m</sub> descompuesto en los SEDS durante el año T. [Gg]
- k = Constante de reacción,  $k = \ln(2)/t_{1/2}$ . (años<sup>-1</sup>)
- $t_{1/2}$  = Vida media (años)

Si bien las ecuaciones anteriores son la base del proceso de cálculo, el modelo IPCC Waste contiene adicionalmente otras ecuaciones parciales que permiten las estimaciones de los diferentes parámetros que permiten obtener el resultado de la emisión. Los parámetros requeridos por el modelo se describen a continuación:

**Carbono orgánico degradable (DOC):** Es el carbono orgánico de los desechos que puede acceder a la descomposición bioquímica y debe expresarse en Gg de C por Gg de desechos.

**Fracción de carbono orgánico que se descompone (DOC<sub>f</sub>):** Es una estimación de la fracción de carbono que se degrada en última instancia y que se libera desde un SEDS y refleja el hecho de que una parte del carbono orgánico degradable no se degrada, o se degrada muy lentamente, bajo condiciones anaeróbicas en los sitios de eliminación de desechos sólidos (SEDS).

**Vida media y constante de la tasa de generación de metano (k):** Es el tiempo necesario para que el DOC<sub>m</sub> de los desechos de descomponga hasta la mitad de su masa inicial. La vida media está afectada por una amplia variedad de factores relacionados con la composición de los desechos, las condiciones climáticas del lugar donde se sitúa el SEDS, las características del SEDS, las prácticas de eliminación de desechos y otros.

**Tiempo de retardo (meses):** Periodo en el cual, luego de la disposición de residuos en los SEDS se genera la producción de metano, esta variable puede variar según la composición de los residuos y las condiciones climáticas.

**Fracción de metano en el gas (F):** Contenido de metano en el gas producido en el SEDS.

**Factor de oxidación (OX):** Refleja la cantidad

de metano de los sitios de eliminación de los desechos sólidos que se oxida en el suelo u otro material que cubre los desechos.

**Parámetros para almacenamiento de carbono:** Hace referencia a una parte del carbono que permanece almacenada por largos periodos en los SEDS. La madera y el papel se descomponen muy lentamente y se acumulan en los SEDS (almacenamiento a largo plazo), sin embargo, las fracciones de carbono de otros tipos de desechos se descomponen en periodos variados de tiempo.

**Factor de corrección de metano de residuos sólidos municipales (MCF) y Factor de corrección de metano de residuos sólidos industriales (MCF):** Las prácticas de eliminación de desechos varían respecto del control, la disposición de los desechos y la gestión del sitio. El factor de corrección de CH<sub>4</sub> (MCF) muestra que, a partir de una cantidad dada de desechos, los SEDS no gestionados producen menos CH<sub>4</sub> que los SEDS anaeróbicos gestionados. En los SEDS no gestionados, una fracción mayor de desechos se descompone aeróbicamente en la capa superior.

**Cantidad de residuos sólidos municipales depositados:** Cantidad total de residuos dispuestos en el SEDS anualmente.

**Porcentaje dispuesta en los sitios de disposición de residuos sólidos:** Fracción de los residuos que se depositan en los SEDS

**Composición de residuos en los sitios de disposición de residuos:** Expresados como porcentajes de residuos de comida, jardín, papel, madera, textiles, pañales, plásticos y otros inertes.

**Datos de actividad de residuos industriales:** Cantidad total de residuos del sector industrial dispuestos en el SEDS anualmente.



Cantidad de metano recuperado de los sitios de disposición de residuos sólidos: Cantidad de metano generado en los SEDS que puede recuperarse y quemarse en antorcha o en un dispositivo energético.

Según indica la metodología IPCC 2006 y por la disponibilidad de datos, fue necesaria la selección de algunos parámetros del modelo FOD por defecto.

#### 5.5.2.1 Datos de actividad específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones para la gestión de residuos se tuvo en cuenta la información analizada por el Hub de residuos y economía circular, que entrega la relación de residuos que son gestionados o no, a nivel de Latinoamérica, dando como resultado un 7,63% de residuos dispuestos en rellenos sanitarios, 44,98% residuos dispuestos inadecuadamente en sistemas como botadero a cielo abierto y 47,49% de residuos que no son recolectados y por ende terminan en abandono en cuerpos de agua y otros sitios. Estos últimos para efectos de su integración en el modelo son clasificados como no categorizados.

Dentro de la categoría 4A se encuentra la disposición final de residuos que se realiza en relleno sanitario, botaderos a cielo abierto y otros sitios de disposición inadecuada como cuerpos de agua. En el país se realizó un diagnóstico sobre la gestión de residuos sólidos, donde se estimó para el año 2016, una Producción Per Cápita de residuos en promedio para el país de 0,65 kg/persona-día, (CPM+L Honduras, 2016) la cual permite realizar la estimación de la generación anual, teniendo en cuenta las proyecciones de población realizadas por el Instituto Nacional Estadístico de Honduras – INE. En este diagnóstico se realiza un promedio del registro de las cantidades ingresadas de residuos a 35 municipios y sus sitios de disposición final, que incluyen tanto rellenos sanitarios como botaderos a cielo abierto, los cuales evidencian una distribución de 4 que son rellenos sanitarios gestionados mecanizados, 5 rellenos sanitarios mecanizados, 2 en cierre técnico, 2 botaderos controlados o semi controlados y botaderos a cielo abierto que cubren 267 municipios (CPM+L Honduras, 2016). Finalmente, para efectos del cálculo se hizo uso de un solo modelo FOD para la categoría 4A asumiendo una distribución por defecto del IPCC entre sitios categorizados, no categorizados y no gestionados, ya que se determinó que con la información disponible no es posible tener el panorama completo de la distribución y características puntuales según los requerimientos definidos en las directrices del IPCC.

Teniendo en cuenta que la caracterización más reciente de Honduras, proveniente del diagnóstico del año 2016, incluye algunas realizadas en municipalidades puntuales, se obtiene un promedio para cada tipo de residuo como se aprecia a continuación, lo que permite la homologación de las clasificaciones de tipos de residuos con el modelo del IPCC

Tabla 5.9 Homologación de la caracterización de residuos para el modelo FOD del IPCC

Tipo de residuo/Clasificación IPCC	Comida	Jardín	Papel	Madera	Textil	Pañales	Plásticos, otros inertes
Residuos orgánicos	57,9						
Papel y cartón			17,36				
Plástico							14,41
Residuos metálicos							2,11
Textiles					3,33		
Vidrio							1,27
Residuos forestales		1,09					
Cuero				0,33			
Otros							1,98
Residuos sanitarios						0,22	
Total homologación	57,9	1,09	17,36	0,33	3,33	0,22	19,77

Como se explicó previamente, para la estimación de las emisiones es necesario conocer la generación de residuos, la cual no se cuantifica directamente, por lo que se estima haciendo uso de los datos de población y la producción per cápita estimada, que según el Diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos en Honduras a nivel nacional es de 0,65 kg/persona-día (CPM+L Honduras, 2016).

Tabla 5.10 Sector Residuos – Datos de actividad categoría Eliminación de desechos

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información Dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente	
4A – Eliminación de desechos	Producción Per Cápita - PPC	2005 - 2015	CPM+L	
	Caracterización de residuos	2016 - 2020	CPM+L	
	Proyecciones de población	2013-2020	INE	

### 5.5.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

EN esta categoría en particular no se emplean factores de emisión específicos, sino que a través del modelo FOD del IPCC explicado previamente se obtienen las emisiones GEI relacionadas con la disposición de residuos con los parámetros detallados.

Tabla 5.11 Sector residuos: Valores seleccionados para el modelo FOD de Honduras

Subcategorías 4.A- Eliminación de desechos sólidos	
Metodología:	Nivel 2
Factor empleado y fuente de información	
Fracción de carbono orgánico que se descompone (DOCf):	Valor por defecto: 0,5 <i>Fuente: Volumen 5, Capítulo 3. Página 3.14. Directrices IPCC 2006.</i>
Fracción de carbono orgánico (DOC), se empleó el valor por defecto:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comida: 0,15</li> <li>- Jardín: 0,2</li> <li>- Papel: 0,4</li> <li>- Madera: 0,43</li> <li>- Textiles: 0,24</li> <li>- Pañales: 0,24</li> </ul> <i>Fuente: Cuadro 6.4. Valores por defecto para contenido de materia seca, DOC, contenido total de carbono, fracción de carbono fósil en varios componentes de DSM (Desecho sólidos municipales). Volumen 5, Capítulo 2. Página 2.15. Directrices IPCC 2006</i>
Factores de Corrección de Metano (MCF)	Valores por defecto para Sitios Gestionado: MCF:1. Valor empleado para la modelación FOD Valores por defecto para Sitios no categorizados: MCF:0,6. Valor se empleado para la modelación FOD <i>Fuente: Cuadro 3.1. Clasificación de los SEDS y Factores de Corrección de Metano (MCF). Volumen 5, Capítulo 3. Página 3.16. Directrices IPCC 2006</i>
Constante de generación de metano (k), Valores por defecto:	ZONA CLIMÁTICA: WET TEMPERATE Residuos de comida 0.185 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jardín 0,1</li> <li>- Papel 0,06</li> <li>- Madera 0,03</li> <li>- Textiles 0,06</li> <li>- Pañales 0,1</li> </ul> Estos valores por defecto se incorporaron para la estimación de emisiones en el modelo FOD general para la gestión de residuos de Honduras

### 5.5.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Las diferencias en la serie 2005 a 2020 corresponden principalmente a diferencias de datos entre las fuentes de información utilizadas para los dos subperiodos que componen la serie, en particular los datos relacionados con la caracterización de residuos y la PPC que fueron actualizados en el 2016, para la serie, se mantiene desde el año 2005 a 2010 la PPC por defecto, de 2010 a 2015 se mantiene la anterior PPC y de 2016 a 2020 se utiliza la última PPC. Otro aspecto importante se relaciona con la información relacionada con la distribución de la gestión de residuos proporcionada por el Hub de Residuos Sólidos y Economía Circular y la comparación relacionada con los datos del IPCC.

### 5.5.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 5.12 Plan de mejora residuos categoría 4A

Código IPCC	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
4A	No se cuenta con mecanismos de cuantificación en los sitios de disposición final que permitan hacer seguimiento a la cantidad dispuesta diaria	Establecer como requisito a los operadores de sitios de disposición final el pesaje, registro y reporte de los residuos que ingresan diariamente	Transparencia:
			Precisión: <b>X</b>
			Exhaustividad:
			Comparabilidad:
			Consistencia:
4A	Ausencia de información consolidada por tipo de sitio de disposición final	Consolidar la información reportada de disposición final por tipo de sitio en sistemas de información, donde se consignen los datos de la cantidad de residuos dispuestos y caracterización en cada sitio de disposición.	Transparencia:
			Precisión: <b>x</b>
			Exhaustividad: <b>x</b>
			Comparabilidad:
			Consistencia:

## 5.6 Quema abierta de residuos – 4C2

### 5.6.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La quema abierta de residuos es una práctica utilizada por la población que no cuenta con cobertura del servicio de aseo y disposición de residuos sólidos, generalmente se da en zonas rurales. En la estimación de las emisiones de esta categoría se tienen en cuenta los gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generados por la combustión de los materiales que componen los residuos sólidos.

En la Tabla 5.13 se muestran las estimaciones de emisiones de GEI para la quema abierta de residuos, en el 2020 estas emisiones fueron de 249,2 Gg CO<sub>2</sub> eq, las cuales presentaron una variación con respecto a 2005 debido a la disminución en la proporción de población rural.

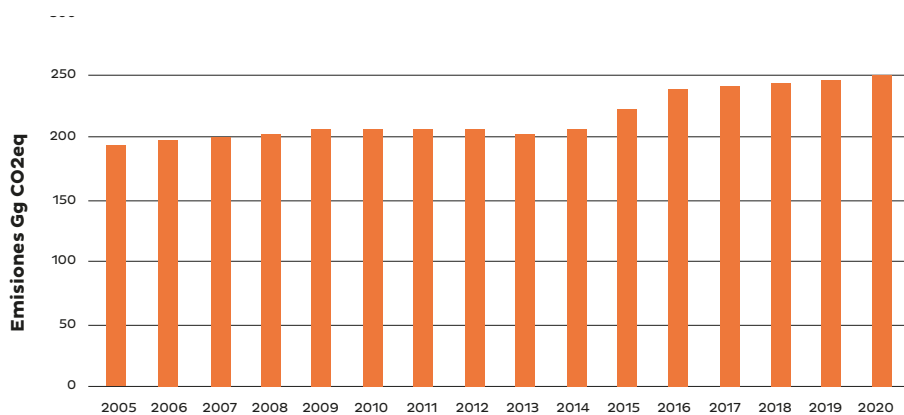


Figura 5.4 Sector residuos- Incineración abierta de residuos: emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005 – 2020



Tabla 5.13 Sector residuos, incineración abierta de residuos: emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq), serie 2005-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
4C2	Incineración abierta de residuos	192,24	204,58	221,19	238,77	240,63	243,52	246,38	249,20

Notas: NE = no estimado; IE = incluida en otra parte; NO = no ocurre; CS = factor de emisión país específico; D = factor de emisión por defecto del IPCC; se utiliza el guion para notar que el valor es 0.

### 5.6.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la categoría 4C2 se utilizó la metodología y factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. El método se explica a continuación:

Ecuación 5-3 Cantidad total de desechos sólidos municipales quemados por incineración abierta

$$\text{Cantidad de residuos} = P * P_{fracc} * PPC * B_{fracc} * 365 * 10^{-6}$$

Fuente: (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5)

Dónde:

- P = Población
- Pfracc = Fracción de la población que quema residuos. [fracción]
- PPC = Generación per cápita de residuos sólidos. [kg/hab/día]
- Bfracc = Fracción de la cantidad de residuos que se queman con respecto a la cantidad total de residuos. Valor por defecto = 0.6. [fracción]
- 365 = Días del año.
- 10<sup>-6</sup> = Factor de conversión de kilogramos en gigagramos.

Ecuación 5-4 Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> basada en la composición de los desechos sólidos municipales

$$\text{Emisiones CO}_2 = \text{Cantidad de residuos} \sum_j (WF_j * dm_j * CF_j * FCF_j * OF_j) * \left(\frac{44}{12}\right)$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5, ecuación 5.2

Dónde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub> = Emisiones de CO<sub>2</sub> durante el inventario. [Gg/año]
- Cantidad de residuos = Cantidad total de residuos sólidos municipales quemados por incineración abierta. [Gg/año]
- WFi = Fracción de tipo/material de residuo del componente j en los residuos sólidos. [Gg/año]
- dmj = contenido de materia seca en el componente j de los residuos sólidos quemados por incineración abierta. [Fracción]
- CFi = fracción de carbono en la materia seca (es decir, contenido de carbono) del componente j. [Fracción]
- FCFj = fracción de carbono fósil en el carbono total del componente j. [Fracción]



- OF<sub>j</sub> = factor de oxidación. [Fracción]
- 44/12 = factor de conversión de C en CO<sub>2</sub>
- j = Componente de los residuos sólidos incinerado/sometido a incineración abierta, como papel/cartón, textiles, desecho de alimentos, madera, desecho de jardines y parques, pañales desechables, caucho y cuero, plásticos, metal, vidrio, otros desechos inertes.

Ecuación 5-5 Estimación de las emisiones de metano basada en la cantidad total de desechos quemados

$$\text{Emisiones } CH_4 = \sum_i (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5, ecuación 5.4

Dónde:

- Emisiones de CH<sub>4</sub> = Emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año del inventario. [Gg/año]
- IW<sub>i</sub> = Cantidad de desechos sólidos de tipo i quemados por quema abierta. [Gg/año]
- EF<sub>i</sub> = Factor de emisión de CH<sub>4</sub> agregado [kg. de CH<sub>4</sub>/Gg de desechos]
- 10<sup>-6</sup> = Factor de conversión de kilogramos en gigagramos
- i = Categoría o tipo de desecho quemado al aire libre

Ecuación 5-6 Estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O basada en la entrada de desechos a los incineradores

$$\text{Emisiones } N_2O = \sum_i (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5, ecuación 5.5

Dónde:

- Emisiones de N<sub>2</sub>O = Emisiones de N<sub>2</sub>O durante el año del inventario. [Gg/año]
- IW<sub>i</sub> = cantidad de residuos de tipo i quemados por incineración abierta. [Gg/año]
- EF<sub>i</sub> = Factor de emisión de N<sub>2</sub>O para desechos de tipo i. [kg. de N<sub>2</sub>O/Gg de residuos]
- 10<sup>-6</sup> = Factor de conversión de kilogramos en Gigagramos
- i = Categoría o tipo de desecho quemado al aire libre.

#### 5.6.2.1 Datos de actividad específicos de la categoría

En el cálculo de las emisiones de esta categoría se cuenta con datos particulares de la población, PPC, y para la fracción de la población que realiza quema de los residuos se cuenta con la información recopilada por el INE en el año 2023 que afirma que el 79% de la población rural realiza esta práctica como método de eliminación de sus residuos, el detalle del porcentaje de población rural se encuentra en los datos de proyección de población del INE, lo que da como resultado una fracción que varía según la proporción de población rural.

Tabla 5.14 Sector Residuos – Datos de actividad categoría Incineración abierta de residuos

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
4C2 – Incineración abierta de residuos	Producción Per Cápita - PPC	2005 - 2015	CPM+L	Se utiliza el resultado del modelo FOD que estima la generación de residuos con la PPC y población por año
	Caracterización de residuos	2016 - 2020	CPM+L	
	Proyecciones de población	2013-2020	INE	
	Población rural	2006-2020	INE - BCH	
	Fracción de la población que realiza quema	2005-2020	INE	

### 5.6.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

Para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> se hace uso de algunos datos por defecto y otros del país como la caracterización de residuos, como se explicó, a nivel metodológico es necesario incluir las fracciones de carbono de cada componente de los residuos y su contenido de materia seca para así determinar las emisiones. En la Tabla 5.15 se observan los contenidos de carbono y otros factores por defecto utilizados.

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se toman los factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Se utilizaron los valores para estas categorías como se describe a continuación:

Tabla 5.15 Sector residuos incineración abierta de residuos: factores de emisión

GEI	Factor empleado	Fuente información
CO <sub>2</sub>	<b>Contenido de materia seca</b> Comida: 0.4 Jardín: 0.4 Papel: 0.9 Madera: 0.4 Textiles: 0.8 Panales: 0.4 Plásticos y otros inertes: 1	Cuadro 2.4. Volumen 5. Capítulo 2. p.2.15. IPCC 2006
	<b>Fracción de carbono en la materia seca</b> Comida: 0.38 Jardín: 0.49 Papel: 0.46 Madera: 0.5 Textiles: 0.5 Panales: 0.7 Plásticos y otros inertes: 0.75	Cuadro 2.4. Volumen 5. Capítulo 2. p.2.15. IPCC 2006
	<b>Fracción de carbono fósil en el carbono</b> Comida: 1 Jardín: 1	Cuadro 2.4. Volumen 5. Capítulo 2. p.2.15. IPCC 2006





4

Módulo de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

GEI	Factor empleado	Fuente información
	Papel: 0.01 Madera: 1 Textiles: 0.2 Panales: 0.1 Plásticos y otros inertes: 1	Cuadro 5.2, Volumen 5. Capítulo 5. p.5.20. IPCC 2006
	Factor de oxidación: 0.58	
	Fracción de la cantidad de residuos que se queman con respecto a la cantidad total de residuos: 0.6	Recuadro 5.1. Volumen 5. Capítulo 5. p.5.18. IPCC 2006
	Generación per cápita de residuos sólidos: 0.65 t/per cápita/año	Dato del país
CH <sub>4</sub>	Factor de emisión: 6500 kg/Gg	Sección 5.4.2. Volumen 5. Capítulo 5. p.5.22. IPCC 2006
N <sub>2</sub> O	Factor de emisión: 150 kg/Gg	Sección 5.4.3. Volumen 5. Capítulo 5. p.5.24. IPCC 2006

Fuente: elaboración propia

### 5.6.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

En esta categoría se encontró que, para el BUR1, en la serie de 2005 a 2015 se estimó un porcentaje de la población que realiza quema conectado directamente con la población general, lo que se considera una fracción elevada de acuerdo con la revisión ICA, con la actualización de los datos de residuos del 2016 y la información del INE pudo refinarse esta información vinculando la quema con la población rural únicamente, lo que se ve reflejado en toda la serie.

### 5.6.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 5.16 Plan de mejora residuos categoría 4C2

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
4C2	Ausencia de información sobre la fracción de la población que realiza quema de residuos	Determinar anualmente a través de la Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM) la fracción de la población que realiza quema de residuos	Transparencia:
			Precisión: <b>X</b>
			Exhaustividad:
			Comparabilidad:
			Consistencia:
4C2	Ausencia de información consolidada de caracterizaciones de municipalidades	Consolidar la información reportada de caracterizaciones de residuos	Transparencia:
			Precisión: <b>x</b>
			Exhaustividad: <b>x</b>
			Comparabilidad:
			Consistencia:



## 5.7 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas - 4D1

### 5.7.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Dentro de esta categoría se reportan las emisiones generadas por el tratamiento y gestión de las aguas residuales domésticas. Como se observa en la Tabla 5.17, en el 2020, esta subcategoría presenta 784,02 Gg CO<sub>2</sub> eq, que equivalen al 46 % del total de emisiones y absorciones absolutas de CO<sub>2</sub> del sector residuos. Estas emisiones muestran un aumento, esto debido a la variación en la población del país, de acuerdo con las proyecciones realizadas, teniendo en cuenta que a lo largo de la serie se asume la misma distribución de accesos a servicios sanitarios, de acuerdo con la encuesta realizada por el INE en el año 2013

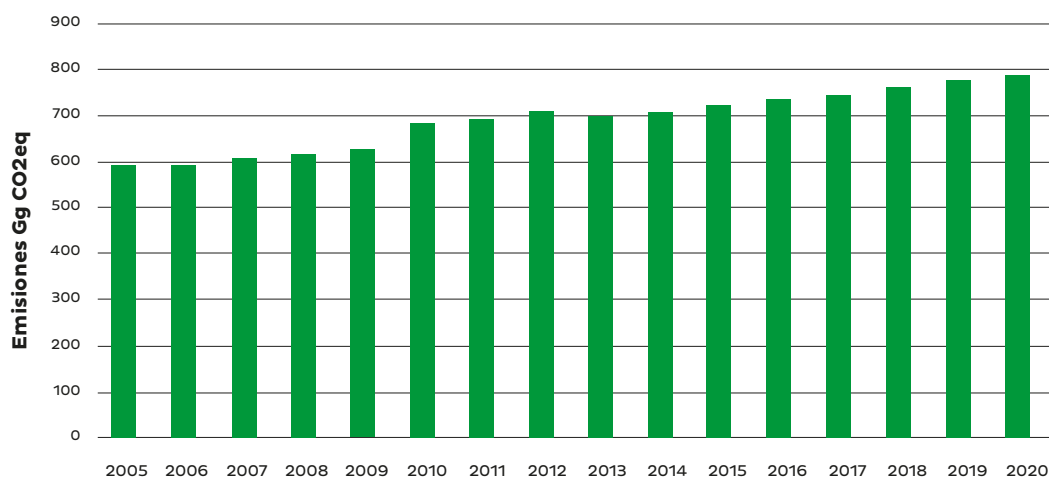
Como se muestra en la Figura 5.6, se observa que hubo un punto importante de ajuste en el año 2013 desde donde se realizó el censo y la proyección de la población. Adicionalmente en la serie se incluye la participación de varios sistemas de saneamiento como el acceso a un inodoro conectado alcantarillado, letrina, pozo séptico o el vertimiento directo a cuerpos de agua.

Tabla 5.17 Sector residuos- tratamiento y eliminación de aguas residuales: emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
4.D.	<b>Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales</b>	<b>885,24</b>	<b>1021,10</b>	<b>1182,52</b>	<b>1217,30</b>	<b>1274,63</b>	<b>1303,31</b>	<b>1323,13</b>	<b>1283,23</b>
4.D.1.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	585,37	676,89	721,10	733,35	745,77	759,67	773,23	784,02
4.D.2.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	299,87	344,20	461,42	483,95	528,86	543,64	549,90	499,21

Fuente: elaboración propia

Notas: NE = no estimado; IE = incluida en otra parte; NO = no ocurre; CS = factor de emisión país específico; D = factor de emisión por defecto del IPCC; se utiliza el guion para notar que el valor es 0.



Fuente: elaboración propia

Figura 5.5 Sector residuos- tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005 - 2020



## 5.7.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para las emisiones relacionadas con la gestión de aguas residuales domésticas, el enfoque metodológico empleado corresponde al Nivel 1, ya que se emplearon factores de emisión por defecto tomados de las guías IPCC. Este nivel metodológico se empleó para metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nítrico (N<sub>2</sub>O).

A continuación, se presenta la ecuación empleada para la estimación de emisiones de metano por tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, atendidas por PTAR.

Ecuación 5-7 Ecuación ajustada basada en la Ecuación 6.1: Emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales domésticas tratadas por PTAR

$$Emisión\ CH_4 = \left[ \left( \left( P_j * DBO * I \right) - S \right) * EF_j \right] - R$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6

Donde:

- Emisiones de CH<sub>4</sub> = Emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año del inventario. [kg. de CH<sub>4</sub>/año]
  - DBO = Materia orgánica per cápita (Valor por defecto<sup>2</sup> = 14.6). [kg. de DBO/persona/año]
  - S = Componente orgánico separado como lodo (Valor por defecto = 0). [kg. de DBO/año]
  - P<sub>j</sub> = Población que utiliza cada sistema
  - j = Cada vía o sistema de tratamiento/eliminación
  - EF<sub>j</sub> = Factor de emisión. [kg. de CH<sub>4</sub>/kg. de DBO]
  - R = cantidad de CH<sub>4</sub> recuperada durante el año del inventario. [kg. de CH<sub>4</sub>/año]
  - I = factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en alcantarillado (si es recolectado el valor por defecto es 1.25, si no es recolectado el valor por defecto es 1).
- La siguiente ecuación contempla las emisiones generadas por el uso de otros medios de disposición de aguas residuales domésticas diferentes a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Ecuación 5-8 Ecuación ajustada basada en la Ecuación 6.1: Emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales domésticas eliminadas por otros medios de manejo.

$$Emisión\ CH_4 = \left[ \left( P_j * DBO \right) * EF_j \right]$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6

Donde:

- Emisiones de CH<sub>4</sub> = Emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año del inventario. [kg. de CH<sub>4</sub>/año]
- DBO = Materia orgánica per cápita (Valor por defecto<sup>3</sup> = 14.6). [kg. de DBO/persona/año]
- P<sub>j</sub> = Población que utiliza cada sistema
- j = Cada vía o sistema de tratamiento/eliminación
- EF<sub>j</sub> = Factor de emisión. [kg. de CH<sub>4</sub>/kg. de DBO]

<sup>2</sup> Valor defecto IPCC = 40 gDBO /persona/día, cambio de unidades a 14.6 kg/persona/año.

<sup>3</sup>

Ecuación 5-9 Factor de emisión de CH<sub>4</sub> para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas

$$EF_j = B_o * MCF_j$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6

Dónde:

- EF<sub>j</sub> = factor de emisión. [kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO]
- j = cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación
- B<sub>o</sub> = capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub>, (0.6). [kg de CH<sub>4</sub>/kg. de DQO]
- MCF<sub>j</sub> = factor corrector para el metano. [Fracción]
- Por último, las emisiones indirectas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) provenientes de los efluentes de tratamiento de aguas servidas que se eliminan en medios acuáticos, se estimaron por medio de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 5-10 Emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de las aguas residuales efluentes

$$Emisiones\ N_2O = N_{Efluente} * EF_{Efluente} * \left(\frac{44}{28}\right)$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6

Dónde:

- Emisiones de N<sub>2</sub>O = Emisiones de N<sub>2</sub>O durante el año del inventario. [kg. de N<sub>2</sub>O/año]
- N EFLUENTE = nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos. [kg. de N/ año]
- EFEFLUENTE = factor de emisión para las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de la eliminación en aguas servidas, (por defecto: 0.005). [kg. de N<sub>2</sub>O/kg. de N]
- El factor 44/28 corresponde a la conversión. [kg. de N<sub>2</sub>O-N en kg. de N<sub>2</sub>O]

Ecuación 5-11 Nitrógeno total en los efluentes

$$N_{Efluente} = (P * Proteína * F_{NPR} * F_{NON-CON} * F_{IND-COM}) - N_{LODO}$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6

Dónde:

- NEFLUENTE = cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales. [kg. de N/ año]
- P = población humana
- Proteína = consumo per cápita anual de proteínas. [kg./persona/año]
- FNPR = fracción de nitrógeno en las proteínas, (por defecto: 0.16). [kg. de N/kg. de proteína]
- FNON-CON = factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales. (Países en desarrollo esta fracción es de 1.1)
- FIND-COM = factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado (por defecto: 1.25)
- NLODO = nitrógeno separado con el lodo residual (por defecto = 0). [kg. de N/año]

## 5.7.2.1 Datos de actividad específicos de la categoría

Para esta categoría se utilizan datos sobre los sistemas de tratamiento y acceso a servicios de gestión de aguas residuales como el alcantarillado, pozo séptico, letrina o el vertimiento directo a cuerpos de agua. Para estos datos se hizo uso de la información del INE sobre el Acceso a servicios básicos de las viviendas por tipo y fuente de servicio (2013), a lo largo de toda la serie, asumiendo un comportamiento uniforme, dado que no se cuenta con datos actualizados anualmente, de esta información puede detallarse la fracción de la población que tiene acceso a cada tipo de servicio sanitario como se evidencia a continuación

Tabla 5.18 Datos de acceso de población a servicios sanitarios

Tipo	Urbano	Rural	Rural	Urbano	Rural	Rural	Rural
Servicio sanitario	Inodoro conectado a red de alcantarillado	Inodoro conectado a pozo séptico	Inodoro con descarga a río, quebrada, laguna, mar o lago	Letrina de pozo simple	Letrina con cierre hidráulico	Otro	No tiene
Población total	644.582	646.391	403	283.019	116.812	6.340	184.030
Porcentaje	34,3%	34,4%	0,02%	15,0%	6,2%	0,3%	9,8%

Fuente: elaboración propia con base en datos del INE (2013)

Para el cálculo de las emisiones de N<sub>2</sub>O se hizo uso de la información consignada en la plataforma de FAOSTAT, específicamente de los datos de consumo de proteína que fueron convertidos de g/persona/día a kg/persona/año.

Tabla 5.19 Sector Residuos – Datos de actividad categoría tratamiento y eliminación de aguas residuales domesticas

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
4D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domesticas	Proyecciones de población	2005-2020	INE	
	Tipos de sistema de eliminación de aguas residuales	2005-2020	INE	Acceso a servicios sanitarios del país

## 5.7.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

En el caso de los pastizales se optó por la utilización de factores de emisión por defecto, según las variables especificadas en la ecuación 2.7 de las Directrices del IPCC de 2006, como se detalla en la Tabla 5.20.

Tabla 5.20 Sector residuos: factores de emisión aplicados categoría 4D1

Metodología	GEI	Factor empleado	Fuente información
1	CH <sub>4</sub>	Capacidad máxima de producción de metano: 0.6 (kg CH <sub>4</sub> /kg DBO)	Sección 6.2.2.2. Capítulo 6. Volumen 5. p.6.12. IPCC 2006.
		Factor de corrección para DBO industrial descargado en alcantarillado: 1	Sección 6.2.2.3. Volumen 5. Capítulo 6. p.6.13. IPCC 2006
		Factor de corrección de metano por cada sistema de tratamiento Digestor anaeróbico de lodos: 0.8 Laguna anaerobia profunda: 0.8 Laguna anaerobia poco profunda: 0.2	Cuadro 6.3. Capítulo 6. Volumen 5. p.6.13. IPCC 2006
		Sistema séptico: 0.5 Río-mar-lago: 0.1 Letrina: 0.1 Tratamiento centralizado aerobio: 0	
		Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario: 0	Ecuación 6.3 Volumen 5. Capítulo 6. p.6.14. IPCC 2006
		DBO per cápita específico del país en el año del inventario: 50 g/persona/día	Cuadro 6.4, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.14. IPCC 2006
1	N <sub>2</sub> O	Factor de emisión para las emisiones de N <sub>2</sub> O: 0.005 kg. de N <sub>2</sub> O/kg. de N	Cuadro 6.11, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.30. IPCC 2006
		fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto = 0.16, kg. de N/kg. de proteína	Cuadro 6.11, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.30. IPCC 2006
		Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales: 1.1	Cuadro 6.11, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.30. IPCC 2006
		Factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado: 1.25	Cuadro 6.11, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.30. IPCC 2006
		Nitrógeno separado con el lodo residual (por defecto = 0), kg. de N/año	Ecuación 6.8. Volumen 5. Capítulo 6. p.6.28. IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia con base en las Directrices del IPCC de 2006

### 5.7.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

En la estimación de las emisiones GEI de la categoría 4D1 se realizó una actualización en toda la serie, teniendo en cuenta que a partir de 2013 se tuvo información sobre el acceso a los servicios sanitarios, se asume que el comportamiento ha sido uniforme a lo largo del tiempo.

### 5.7.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 5.21 Plan de mejora residuos categoría 4A

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
4D1	No se cuenta con información anual sobre las mejoras en cobertura de saneamiento básico de la población	Actualizar anualmente la información de acceso a servicios sanitarios de la población en la Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)	Transparencia:
			Precisión: <b>X</b>
			Exhaustividad:
			Comparabilidad:
			Consistencia:
			Exhaustividad: <b>X</b>
			Comparabilidad:
Consistencia:			

## 5.8 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales - 4D2

### 5.8.1 Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

El tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales reporta las emisiones GEI relacionadas con la actividad industrial y la carga orgánica removida o no de las aguas residuales generadas. Como se observa en la Tabla 5.22, en el año 2020 las emisiones de esta categoría fueron de 499,21 Gg de CO<sub>2</sub> eq, que representan un 30,9% de las emisiones del sector residuos.

Como se muestra en la Figura 5.6, las emisiones presentan una tendencia al incremento relacionado directamente con el aumento de la producción de los principales sectores del país, que además presenta una leve disminución en el año 2020 debido a condiciones de pandemia, evidenciando un efecto directo en la producción.

 Tabla 5.22 Sector residuos- tratamiento y eliminación de aguas residuales: emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 2005-2020

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>4.D.</b>	<b>Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales</b>	<b>885,24</b>	<b>1021,10</b>	<b>1182,52</b>	<b>1217,30</b>	<b>1274,63</b>	<b>1303,31</b>	<b>1323,13</b>	<b>1283,23</b>
4.D.1.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	585,37	676,89	721,10	733,35	745,77	759,67	773,23	784,02
4.D.2.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	299,87	344,20	461,42	483,95	528,86	543,64	549,90	499,21

Incluir: Fuente: elaboración propia.

Notas: NE = no estimado; IE = incluida en otra parte; NO = no ocurre; CS = factor de emisión país específico; D = factor de emisión por defecto del IPCC; se utiliza el guion para notar que el valor es 0.

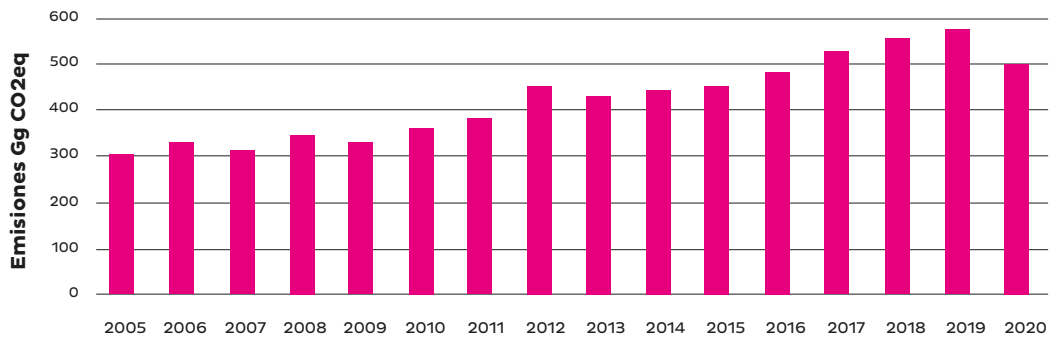


Figura 5.6 Sector residuos- tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: emisiones y absorciones de CO2 (Gg CO2 eq) por componente, serie 2005 – 2020

Fuente: elaboración propia

### 5.8.2 Aspectos metodológicos específicos de la categoría

La gestión de aguas residuales industriales siguiendo los lineamientos de las Directrices del IPCC de 2006 se describen a continuación.

Ecuación 5-12 Emisiones totales de CH4 procedentes de las aguas residuales industriales

$$Emisiones\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i)] * EF_i - R_i$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6

Donde:

- Emisiones de CH4 = emisiones de CH4 durante el año del inventario. [kg. de CH4/año]
- TOW = total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria i durante el año del inventario. [kg. de DQO/año]
- i = sector industrial
- Si = componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario. [kg. de DQO/año]
- EF = factor de emisión para la industria i, [kg. de CH4/kg. de DQO] para la vía o sistema(s) de tratamiento o eliminación utilizado(s) en el año del inventario
- Ri = cantidad de CH4 recuperada durante el año del inventario. [kg. de CH4/año]

Ecuación 5-13 Materia orgánica degradable en las aguas residuales industriales

$$TOW_i = P_i * W_i * DQO_i$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6





Donde:

- $TOW_i$  = total de la materia degradable de manera orgánica en las aguas residuales de la industria  $i$ . [kg. de DQO/año]
- $i$  = sector industrial
- $P_i$  = producto industrial total del sector industrial  $i$ . [t/año]
- $W_i$  = aguas residuales generadas. [m<sup>3</sup>/t producto]
- $DQO_i$  = requerimiento químico de oxígeno (componente industrial orgánico degradable en las aguas residuales). [kg. de DQO/m<sup>3</sup>]

Ecuación 5-14 Factor de emisión de metano para las aguas residuales industriales

$$EF_j = B_o * MCF_j$$

Fuente: IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6

Dónde:

- $EF_j$  = factor de emisión. [kg. de CH<sub>4</sub>/kg. de DQO]
- $j$  = cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación
- $B_o$  = capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub>, (0.25). [kg. de CH<sub>4</sub>/kg. de DQO]
- $MCF_j$  = factor corrector para el metano. [Fracción]

#### 5.8.2.1 Datos de actividad específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría se requiere de la información de la producción industrial del país que para Honduras se resaltan los sectores de Cerveza, Aguardiente y licor compuesto, Café, Azúcar, Aceite y manteca vegetal, la información se encuentra disponible en el Banco Central de Honduras que anualmente publica un reporte con las principales cifras económicas del país, dentro de las cuales reporta la producción, sin embargo con fines del cálculo y homologación a las unidades requeridas por las Directrices del IPCC de 2006, se requiere de la conversión a toneladas, para esto se exponen a continuación los factores de conversión utilizados.

Tabla 5.23 Sector residuos: factores de conversión de producción

Producto	Unidades BNH	Factor conversión
Cerveza	botella 12 oz	0,00034019
Aguardiente y licor compuesto	litros	0,000789
Café	quintal	0,1
Azúcar	quintal	0,1
Aceite y manteca vegetal	libras	0,00045359
Leche pasteurizada	litros	0,001031

Fuente: elaboración propia

Una vez se realizó la conversión de las unidades a toneladas se procede a consolidar la información para ingresarla al cálculo, a continuación, se exponen los datos obtenidos

Tabla 5.24 Sector residuos- aguas residuales industriales: datos de producción en toneladas

Producto	2016	2017	2018	2019	2020
Cerveza	138.961,76	147.523,767	162.180,686	171.471,724	153.508,8
Aguardiente y licor compuesto	14.007,91	13.210,227	14.545,215	13.985,025	10.309,074
Café	798.900	1.040.500	1.057.800	1.037.800	803.700
Azúcar	1.132.900	1.160.700	1.203.800	1.188.400	1.080.700
Aceite y manteca vegetal	255.632,2	268.570,0	274.468,1	286.679,2	282.791,9

Fuente: elaboración propia

A continuación, se detallan los datos de actividad utilizados y la fuente de información

Tabla 5.25 Sector Residuos – Datos de actividad categoría tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Categorías incluidas en el inventario	Dato de actividad	Fuente de información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
4D2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Producción industrial	2005-2020	BCH	

Fuente: elaboración propia

### 5.8.2.2 Factores de emisión aplicados en la categoría

En el caso de aguas residuales industriales se optó por la utilización de factores de emisión por defecto, según las variables especificadas en las Directrices del IPCC de 2006, detalladas en la Tabla 5.26.

Tabla 5.26 Sector residuos: factores de emisión aplicados

Metodología	GEI	Factor empleado	Fuente información
1	CH <sub>4</sub>	Capacidad máxima de producción de metano: 0.25 (kg CH <sub>4</sub> /kg DBO)	Sección 6.2.2.2. Capítulo 6. Volumen 5. p.6.12. IPCC 2006.
		Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario (kg DQO/año): 0	Sección 6.2.1. Volumen 5. Capítulo 6. p.6.9. IPCC 2006
		Recuperación de metano: 0	Sección 6.2.1. Volumen 5. Capítulo 6. p.6.9. IPCC 2006
		Factor de corrección de metano por cada sistema de tratamiento Digestor anaeróbico de lodos: 0.8 Laguna anaerobia profunda: 0.8 Laguna anaerobia poco profunda: 0.2 Sistema séptico: 0.5 Rio-mar-lago: 0.1 Letrina: 0.1 Tratamiento centralizado aerobio: 0	Cuadro 6.8. Capítulo 6. Volumen 5. p.6.23. IPCC 2006
		Generación de agua residual (m <sup>3</sup> /t) Refinado de alcohol: 24 Malta y cerveza :2,9 Café: 4 Refinación del azúcar: 11 Aceites vegetales: 3.1	Cuadro 6.9, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.25. IPCC 2006
		Demanda Química de Oxígeno (kg DQO/m <sup>3</sup> ) Refinado de alcohol: 11 Malta y cerveza: 2.9 Café: 9 Refinación del azúcar: 3.2 Aceites vegetales: 80	Cuadro 6.9, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.25. IPCC 2006

Fuente: elaboración propia

### 5.8.2.3 Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para el período 2005–2020 se utilizaron las Directrices del IPCC de 2006. Se realizó la revisión correspondiente de la conversión de unidades de los datos de producción, donde se evidenciaron algunas inconsistencias y se realizaron los ajustes pertinentes en los casos que fue aplicable.

### 5.8.3 Plan de mejoramiento específico de la categoría

Para esta categoría se proponen las siguientes mejoras:

Tabla 5.27 Plan de mejora residuos categoría 4D2

Código IPCC - subcategoría	Situación actual	Aspectos a mejorar	Pilar de la CMNUCC
4D2	Ausencia de información de la DQO, caudal de vertimiento, esta información debería estar sujeta al seguimiento ambiental	A partir del seguimiento a las industrias a nivel ambiental solicitar y consolidar la información sobre los vertimientos de las industrias para mejorar la información propia del país	Transparencia:
			Precisión: <b>X</b>
			Exhaustividad:
			Comparabilidad:
			Consistencia:
			Exhaustividad: <b>X</b>
			Comparabilidad:
Consistencia: x			



## Bibliografía

BCH. (s.f.). Honduras en cifras.

CPM+L Honduras. (2016). Diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos en Honduras. FAOSTAT. (octubre de 2023). Datos sobre alimentación y agricultura. Obtenido de Consumo de proteína Honduras: <https://www.fao.org/faostat/es/#home>

INE. (2013). Acceso a servicios básicos de las viviendas por tipo y fuente de servicio (2013). Obtenido de <https://ine.gob.hn/v4/categor%C3%ADa-de-documentos/vivienda/>

INE. (2013). TOMO 9: Honduras: Proyecciones de población 2013 - 2050.

IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol 5. Cap 5.

IPCC. (2006). Wastewater Treatment and Discharge. Obtenido de [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_6\\_Ch6\\_Wastewater.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf)

SERNA. (s.f.). Problemática de residuos sólidos.

